Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XI. Jahrgang. **Sechstes Heft.** November 1898.

Eine Radwage als schiefe Ebene.

Von

P. Johannesson in Berlin.

Die schiefe Ebene, wie sie zum Nachweis des Gleichgewichtsgesetzes meistens benutzt wird, hat zwei Mängel: Sie liefert einmal wegen der schlecht vermiedenen Reibung nur ungenaue Ergebnisse; daneben besitzt sie keine stabile Einstellung, so dafs es umständlich ist, das zum Halten der Last nötige Gewicht auszuproben.

Beiden Mängeln wird abgeholfen, wenn man den Gedanken verwirklicht, durch welchen Galilei[1]) die Aufgabe der schiefen Ebene auf die des Winkelhebels zurückführte. Für das Gleichgewicht genügen schiefe Ebenen von unendlich kleiner Länge; daher befindet sich eine Last, die auf einer in lotrechter Ebene verlaufenden Kreisbahn ruht, zugleich auf einer schiefen Ebene, nämlich auf einem unendlich kurzen und daher als gerade annehmbaren Bogen. Statt aber der Last eine feste Kreisbahn als Unterlage zu geben, darf man sie auch am Ende eines Hebelarms MA (Fig. 1) befestigen; in beiden Fällen ist die Last dem gleichen Zwange unterworfen. Wählt man nun den zweiten Hebelarm MB stets wagerecht und von der Länge des ersten, so wird die für das Gleichgewicht nötige Belastung des wagerechten Arms zu der des geneigten sich umgekehrt verhalten wie die in wagerechter Richtung gemessenen Hebelarme, d. h. wie MC zu MB oder MA und damit wegen der Ähnlichkeit der Dreiecke MAC und DEF wie die Höhe EF zur Länge ED der schiefen Ebene.

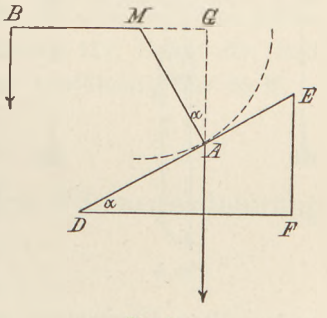


Fig. 1.

Gegen Galileis Herleitung ist eingewendet worden[2]), dafs sie schon voraussetze, was sie beweisen wolle; der Satz vom Winkelhebel benutze nämlich die Zurückführung eines geneigten Hebelarms auf einen wagerechten oder, was dasselbe sei, die Wirkung, die eine lotrechte Kraft in schiefer Richtung äufsere; diese Teilkraft zu ermitteln, sei jedoch gerade die bei der schiefen Ebene vorliegende Frage, so dafs Galileis Gedankengang sich im Kreise bewege. — Diese Einwendung ist nur zum Teil richtig; denn die Zurückführung des geneigten Hebelarms MA auf den wagerechten MC ist doch verschieden von der Ermittelung der an MA senkrecht angreifenden Teilkraft. Richtig aber bleibt, dafs man Galileis Gedankengang auch umkehren, nämlich den Satz der schiefen Ebene zur Voraussetzung und den vom Winkelhebel zur Folgerung machen könnte. Für welche Voraussetzung man sich jedoch auch immer entscheiden mag, keine folgt aus blofser Vernunft; denn beide mit Hilfe des Grundgesetzes von der Verlegbarkeit des Angriffspunkts einer Kraft, nämlich durch Verlegung von A nach

[1]) *Les Méchaniques de* Galilée, *traduites de l'Italien par* Mersenne. *Paris 1634. Chap. IX.*

[2]) E. Dühring, *Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik. 2. Aufl. 1877. — No. 27.*

C, zu beweisen, ist bedenklich, da die uneingeschränkte Verwendung dieses neuen Grundgesetzes den so wesentlichen Unterschied der drei Gleichgewichtsarten aufhebt. Daher bedürfen beide Sätze, vom Winkelhebel und von der schiefen Ebene, der erfahrungsmäfsigen Bestätigung, die sich auch geben läfst. Die hierzu dienende Vorrichtung soll Radwage heifsen und ist folgendermafsen eingerichtet.

Der mit einer Hohlkehle versehene Rand eines Aluminiumrades (Fig. 2), das in einem wagerechten Spitzenlager läuft, trägt an den Enden eines Durchmessers auf der Rückseite Einschnitte, die bis zur Mitte der Hohlkehle geführt sind. In die Hohlkehle sind an beiden Einschnitten mit verknoteten Enden zwei lange Frauenhaare eingelegt, deren frei herabhängende Enden durch Träger von je 1 Gramm beschwert sind. Auf beide Träger können beliebig viele Gramm- und Decigrammringe geschoben werden. Unter dem Rade befindet sich dicht hinter den Haaren eine wagerechte Teilung, deren Nullpunkt lotrecht unter dem Mittelpunkt des Rades liegt und von hier aus nach beiden Seiten um je 100 Teilstriche sich erstreckt. Damit die Einstellung der Haare genau auf der Teilung abgelesen werden kann, ist in die Ebene der letzteren ein Spiegelstreifen eingelegt. Die Schere des Spitzenlagers ist oben an einem lotrechten Stab befestigt, der nach unten in eine Säule eingeschoben werden kann, einmal damit auch ein niedriges Fach zur Aufbewahrung der ganzen Vorrichtung hinreicht, ferner aber damit bei Nichtbenutzung die Gewichtsträger auf der Fufsplatte der Säule ruhen und so eine unnötige Spannung der Haare vermieden wird. An dem Stabe ist zugleich die Teilung angebracht, deren Wagerechtstellung durch die drei Stellschrauben der Fufsplatte sich bewirken läfst. Bei richtiger Aufstellung müssen die Haare beider gleich beschwerten Gewichtsträger genau auf 100 einstehen. Die Teilung in Millimetern auszuführen, erwies sich als unmöglich, da dem gekehlten Rade nicht genau der Durchmesser von 200 mm gegeben werden konnte. Der bei der hergestellten Vorrichtung erzielte Raddurchmesser beträgt etwa 200,3 mm.

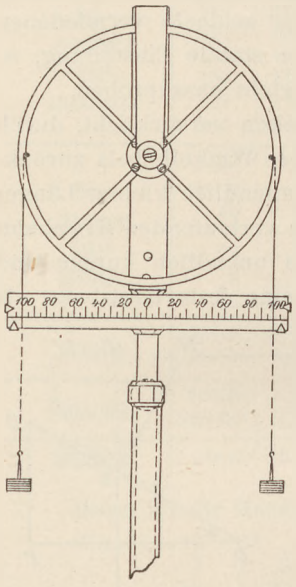


Fig. 2.

Der Gebrauch der Radwage versteht sich danach von selbst. Welche Gewichtsverhältnisse man auch für die beiderseitigen Belastungen wählen mag, allemal stellt sich eine Ruhelage des Rades ein, bei welcher die Abstände beider Haare vom Nullpunkt gleich MC und MB oder MA sind und sich also wie die Höhe zur Länge der schiefen Ebene EDF verhalten. Bei der vollkommenen Symmetrie des Rades sind beide Belastungen vertauschbar, so dafs mit Hülfe der so möglichen doppelten Ablesung etwaige Symmetrie- oder Teilungsfehler aus dem Beobachtungsergebnis sich beseitigen lassen. Am besten belastet man nach der Aufstellung das erste Haar mit 10, das zweite mit 1 Gramm und vermehrt die zweite Belastung so lange, bis 10 Gramm erreicht sind; danach vermindert man die 10 Gramm des ersten Trägers allmählich bis zu 1 Gramm. Das Pendeln der Haare und des Rades wird mit der Hand gedämpft. So habe ich bei der ersten Benutzung in 53 Minuten 40 verschiedene Einstellungen abgelesen. Die ausgeführte Radwage ist trotz der Bequemlichkeit in ihrer Handhabung so empfindlich, dafs die beobachteten Einstellungen von den berechneten nur um Gröfsen abweichen, die an der Grenze der Wahrnehmung liegen und in jedem Falle kleiner als 0,1 mm sind. Hierbei stört das vernachlässigte Gewicht der Haare um so

weniger, als mit zunehmender Drehung des Rades die Aufhängung des leichteren Gewichtes sich aufrollt, während zugleich der Einfluſs des anderen Haares sich vermindert. Verlegt man den Angriffspunkt des schwereren Gewichts vom unteren Rand des Rades nach dem oberen, indem man die Knoten beider Haare in denselben Einschnitt bringt, das schwerer belastete Haar aus der Hohlkehle heraushebt und über den vorderen Rand derselben hinweg lotrecht hinabhängen läſst, so ergiebt sich eine zweite Ruhelage mit denselben Hebelarmen wie vordem; doch ist das Gleichgewicht diesmal labil. Das über die labile Gleichgewichtslage hinausstürzende Rad ist sanft anzuhalten, damit die glasharten Stahlspitzen des Lagers keinen Schaden nehmen.

Unser Versuch setzt voraus, daſs eine Rolle dann und nur dann im Gleichgewicht ist, wenn die am Umfange in Richtung der Berührenden angreifenden, entgegengesetzt wirkenden Kräfte gleich sind. Eine schräg am Umfange angreifende Kraft kann, so folgt nun, durch eine in Richtung der Berührenden liegende ersetzt werden, deren Gröſse aus dem Versuch sich ergiebt; steigt der zwischen Kraft und Umfang liegende Winkel auf 90^0, so wird die Kraft durch die Festigkeit des Rades aufgehoben.

Es muſs zugestanden werden, daſs unser Versuch nicht so unmittelbar anschaulich ist wie der übliche. Dafür liefert er aber sicher und mühelos sehr genaue Ergebnisse und eröffnet ferner einen Einblick in das geistvolle Verfahren, durch welches Galilei das Gleichgewichtsgesetz der schiefen Ebene fand. Ferner läſst er erkennen, wie eng die einfachsten Sätze und Maschinen der Mechanik zusammenhängen; denn unsere Vorrichtung kann ebenso wohl als Rolle wie als Hebel oder als schiefe Ebene gelten.

Herr Hoflieferant F. Ernecke in Berlin, Königgrätzerstr. 112, liefert die Radwage in der beschriebenen Form für 110 M., in einfacherer Ausführung für 85 M.

Über einen Vorlesungsapparat zum Nachweis der Wärmeausdehnung nach Fizeau.

Von

Dr. **V. Dvořák** in Agram.

Um die Fizeausche Methode einem gröſseren Schülerkreis vorzuführen, habe ich einen einfachen Apparat zusammengestellt, der auch zu Projektionsversuchen mit dem Newtonschen Farbenglase dienen kann[1]).

Ein hohler Fuſs $a\,b$ (Fig. 1) mit einer seitlichen Öffnung bei O trägt die untere aus schwarzem Glase bestehende Platte P des Farbenglases, die mit drei Schrauben etwas gehoben oder gesenkt werden kann; die obere durchsichtige Platte des Farbenglases ist auf einer Säule $c\,d$ befestigt; $f\,g$ ist ein runder Stab und h ein Ansatz für einen Kautschukschlauch.

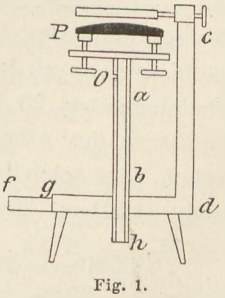


Fig. 1.

1. Versuch. Man klemmt $f\,g$ in ein Stativ, so daſs die Ebene des Farbenglases vertikal steht, läſst vom Heliostaten ein breites Bündel Sonnenlicht auf das Farbenglas fallen und entwirft mittels einer gewöhnlichen Linse L (Fig. 2, Brennweite etwa 25 cm, Abstand $k\,l$ etwa

[1]) Den Apparat hat die Firma Dr. Steeg & Reuter in Homburg v. d. H. ausgeführt; der Preis beträgt (mit Mahagonikästchen) 85 M.

5 m) ein vergrößertes reelles Bild von den Ringen auf dem weifsen Schirme S. Befindet sich die Zuhörerschaft seitwärts von kl, so stelle man den Schirm schief in die Lage S' [2]).

Man könnte schon jetzt den Fizeauschen Versuch ausführen, indem man mit den drei Schrauben die beiden Platten des Farbenglases so weit entfernt, bis die Mitte nur noch eine Spur der Ringe in den Farben rot und grün höherer Ordnung zeigt; bei Erwärmung des Fufses ab treten in der Mitte neue Ringe auf, und die alten Ringe breiten sich immer mehr aus; es können so etwa 10 Ringe aus des Mitte heraustreten [3]); jedoch empfiehlt es sich bei weitem, die Ringe mit einfachem Lichte zu projizieren.

2. Versuch. (Projektion der Farbenringe im homogenen Licht; Einflufs der Wellenlänge.) Man entwerfe mittels eines Prismas und einer gewöhnlichen Linse L' (Fig. 3) ein scharfes Spektrum bei RV; dieses soll etwa doppelt so breit sein als der Durchmesser des Farbenglases. Dann entwerfe man wieder mit der Linse L ein reelles Bild des Farbenglases auf dem Schirme S. Die Ringe sind jetzt sehr dunkel und bedecken die ganze Fläche des Farbenglases. Um den Einflufs der Farbe zu zeigen, rücke man die Linse L' ein wenig hin und her (wie es in der Figur die zwei kleinen Pfeile andeuten); dadurch kommen verschiedene Teile des Spektrums auf das Glas und man sieht auch aus grofser Entfernung, wie sich hierbei der Durchmesser der Ringe verändert. Der Versuch dürfte in dieser Form noch wenig bekannt sein und gehört wohl zu den schönsten optischen Versuchen [4]).

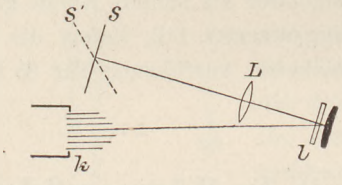


Fig. 2.

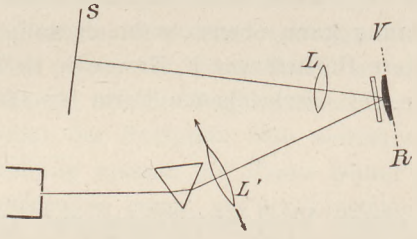


Fig. 3.

3. Ausdehnungsversuch nach Fizeau. Man entferne mittels der drei Schrauben die beiden Platten des Farbenglases ein wenig und zwar, wenn die Gläser angedrückt sind, so weit, dafs etwa 25 Ringe nach der Mitte wandern; ein gröfserer Plattenabstand würde die Schärfe der Ringe allzusehr herabsetzen. Dann blase man mit dem Munde langsam durch einen bei h angesetzten nicht zu grofsen Kautschukschlauch; nach einiger Zeit erwärmt sich die Säule ab durch den condensierten Wasserdampf des Atems, und die Ringe wandern von der Mitte. Auch kann man die Säule, um sie zu erwärmen, bei b vorsichtig mit Daumen und Zeigefinger anfassen. Nachdem etwa 20 bis 25 Ringe aus der Mitte aufgetaucht sind, höre man mit dem Einblasen des Atems auf; die Ringe werden, weil die Gläser einander jetzt sehr nahe stehen, viel schärfer (dunkler) gegen früher und sind schon aus grofser Entfernung leicht sichtbar. Dann sauge man mit dem Munde Luft durch die Säule ab; die

[2]) In Müller-Pouillets *Lehrbuch II, 910* ist blofs die Projektion der Farbenringe im durchgelassenen Lichte erwähnt; in diesem Falle sind die Farben sehr blafs und gar nicht zu vergleichen mit den gesättigten Farben, die im reflektierten Lichte auftreten. Obwohl der oben beschriebene Versuch bekannt sein dürfte, habe ich ihn des Folgenden wegen angeführt.

[3]) Selbstverständlich dürfen nicht grobe Staubkörner zwischen den Gläsern sein.

[4]) Die Anwendung farbiger Gläser, um den Einflufs der Wellenlänge zu zeigen, giebt kein besonders gutes Resultat.

kleinste Luftmenge, die man durchsaugt, bewirkt ein auffallendes Wandern der Ringe nach der Mitte zu.

Man kann natürlich den Versuch variieren, indem man z. B. die Säule *cd* mit mit der Hand erwärmt; auch könnte man den Kautschukschlauch mit einem Gefäfs verbinden, in dem sich abgekühltes oder erwärmtes Wasser befindet, und durch Heben des Gefäfses das Wasser in den Fufs *ab* leiten.

Da der Fufs *ab* gegen 110 mm lang ist, und der Ausdehnungscoëfficient (für Messing) 0,000019 beträgt, so ist für gelbes Licht eine Erwärmung von 0,14° C. nötig, damit ein Ring an Stelle des andern tritt.

Ein Lehrgang zur chemischen Untersuchung der Luft nebst Bemerkungen zum chemischen Anfangsunterricht.

Von

O. Ohmann.

I. Bemerkungen zum chemischen Anfangsunterricht.

Die Untersuchung der atmosphärischen Luft wird neuerdings vielfach, z. B. von R. Arendt und F. Wilbrand, an den Anfang des chemischen Unterrichts gelegt. Die mannigfachen Versuche, die sich um diese Untersuchung gruppieren, werden benutzt, um in die Chemie überhaupt einzuführen. Für dieses Verfahren werden verschiedene Gründe angeführt, z. B.: (1) die Einführung in das neue Wissensgebiet beginnt mit einem wichtigen Naturkörper, der für unser eigenes Leben, unsere Atmung unentbehrlich ist; (2) die Untersuchung ist mit vielen reizvollen Versuchen verbunden, so dafs sie das Interesse der Schüler von Anfang an in erwünschtem Mafse fesselt; (3) sie kann sogleich mit der Erörterung des allgemeinen Verbrennungsprozesses, der nach ziemlich übereinstimmendem Urteil einen Hauptpunkt, wenn nicht den Mittelpunkt des chemischen Anfangskursus darstellt, verknüpft werden; (4) sie gestattet in hervorragendem Mafse die Anwendung der untersuchenden Methode, sie giebt ein treffliches Beispiel dafür, wie die Forschung überhaupt vorgeht, ist also auch in formaler Hinsicht fruchtbringend.

Es sprechen jedoch gewichtige Gründe gegen ein solches Verfahren, und es lassen sich auch die oben angeführten Gründe einzeln entkräften. So wird (1) die Rolle, die die Luft beim Atmungsprozefs spielt, durch die übliche Untersuchung der Luft mittels der Metalle doch nicht genügend klargestellt, es mufs vielmehr sein Bewenden haben bei der dogmatischen Äufserung, dafs der Sauerstoff für die Atmung unentbehrlich sei; das wirkliche Verständnis für die Rolle des Sauerstoffs wird erst möglich nach der Durchnahme des Wasserstoffs und des Kohlenstoffs. Ferner (2) nimmt auch der beliebig anders beginnende chemische Unterricht — wenn er nicht ganz verkehrt angefafst wird, etwa mit theoretischen Erörterungen anhebt — das Interesse gleich von Anfang an so gefangen, dafs es nicht nötig ist, dasselbe durch die glänzenden Versuche der Luftuntersuchung zu heben, dafs es im Gegenteil ökonomisch ist, diese Versuche einstweilen aufzusparen. Das Interesse, das die Schüler dem ersten Eindringen in die Stoffnatur der Körper entgegenbringen, ist sogar so warm, dafs es herhalten mufs, um einen anderen, etwas spröden Stoff mit geschmeidig zu machen — gewisse Mineralien, wie nachher auszuführen sein wird. Was den dritten der oben erwähnten Punkte betrifft, so halten wir die Verknüpfung der Luftunter-

suchung (auf Grund der Metallverkalkung) mit der Verbrennung im allgemeinen überhaupt für kein glückliches Verfahren. Es ist wohl die Ansicht fast allgemein verbreitet, dafs man von wissenschaftlicher Chemie erst reden dürfe, seit der Verbrennungsprozefs richtig erkannt wurde; aber selbst wenn dies ganz zugegeben wird, so ist dadurch noch nicht die Folgerung motiviert, dafs nun dieser Prozefs, der dem menschlichen Forschungstrieb so ungewöhnliche Schwierigkeiten bereitete, auch den Anfang des elementaren Chemieunterrichtes bilden müsse. Gerade das Vorhandensein der historischen Verlegenheiten, die zum Ausbau der zwar verfehlten, aber mit Unrecht als ganz unwissenschaftlich hingestellten Phlogistontheorie führten, sollte von einem solchen Verfahren abraten, und damit kommen wir zu den Gründen, die überhaupt dagegen sprechen, mit der Luftuntersuchung den Anfang zu machen. Die Methodik hat ja das Recht, historische Schwierigkeiten zu ignorieren, doch mufs sie dann einen Weg angeben, bei dem die Schwierigkeiten wirklich umgangen werden, d. h. gar nicht auftauchen. Bei der Luftuntersuchung werden aber diese Denkschwierigkeiten — die z. B. darin liegen, sich vorzustellen, wie ein luftförmiger Körper, der bei der Erwärmung sich auszudehnen, zu entfliehen sucht, sich mit einem glühenden Körper verbinden solle — an gewissen Punkten sich immer wieder einstellen. Es fällt also nicht allein der Umstand ins Gewicht, dafs man es gleich im Anfang bei der Luft, bezw. beim Sauerstoff, überhaupt mit einem unsichtbaren Körper zu thun hat, sondern mehr noch, dafs die physikalischen Gesetze, denen dieser Körper beim Erwärmen folgt, die Vorstellbarkeit seiner Vereinigung mit einem festen Körper so sehr erschweren. Logisch, als Denknotwendigkeit, läfst sich wohl diese Vereinigung leicht genug erweisen — und für einen höheren, später zu gewinnenden Standpunkt ist ja damit alles gethan —, im Anfang will und soll aber auch das sinnliche Vorstellen zu seinem Rechte kommen, sonst entsteht leicht oberflächliches Beobachten.

Einer besonderen Betrachtung bedarf der letzte (4.) der oben aufgestellten Punkte. Gewifs ist der chemische Unterricht in hohem Mafse geeignet, in die Methode der Forschung einzuführen und durch Hineinziehen wichtiger logischer Operationen formal bildend zu wirken. Es ist das Verdienst F. Wilbrands, dies in umfassender Weise gezeigt zu haben. Bei aller Würdigung der Vorzüge der untersuchenden Methode, — auf deren allgemeine Diskussion hier nicht eingegangen werden kann, — müssen wir jedoch das eine dagegen geltend machen, dafs sie für den Anfang zu hohe Anforderungen an das geistige Können des Schülers stellt. Der jugendliche Geist ist vorerst viel mehr empfänglich für das Materiell-Neue, das ihm anfangs auf Schritt und Tritt begegnet, und das er auch als vorläufige Hauptsache in sich aufnehmen und befestigen soll, — das ferner einen so wohlthuenden Gegensatz zu den im übrigen so viel gepflegten abstrakten sprachlichen Denkübungen bildet. Es kommt also in diesem Fall der geistbildende Wert, der in der untersuchenden Methode und speziell in dem Beispiel der Luftuntersuchung steckt, nicht voll zur Geltung. Zieht man andererseits das Formale, die logische Aufeinanderfolge der Versuche, zu sehr in den Vordergrund, so ist zu befürchten, dafs das gründliche Auffassen der Einzelerscheinung, das Hineinleben in dieselbe, gefährdet wird. So stören sich diese beiden Momente gegenseitig — aber nur, wenn die Luftuntersuchung am Anfang steht. Wir können übrigens ein Bedürfnis, den Schüler schon im ersten Anfang in die Methode der Forschung einzuführen, nicht anerkennen. Später soll sich an ihm die Kraft der untersuchenden Methode noch mehrfach bewähren, doch darf dieses formale Element nicht zu ausschliefslich und nicht von Anfang an den ganzen Unterricht beherrschen.

Als weiteres Moment kommt hinzu, dafs die an den Anfang gestellte Luftuntersuchung meist die Metalle ohne weiteres als gegeben betrachtet. Das Recht hierzu mufs bestritten werden. Beim Physikunterricht, der auch mehrfach im Anfang der Metalle bedarf, mag dies noch hingehen, da er auf anderes abzielt, obschon es auch dort bereits zu gewissen Unzuträglichkeiten führt, dafs manche Metalle für den Schüler nicht viel mehr als Namen sind. Der in die anorganische Natur einführende erste Chemieunterricht soll aber gerade von Anfang an den Schüler gewöhnen, sein Augenmerk auf die Stoffnatur und die Herkunft der in Betracht gezogenen Stoffe zu richten — ja ein streng aufbauender Unterricht wird sogar so weit gehen, nichts als gegeben (als Ausgangskörper) anzuerkennen, was wir nicht unmittelbar aus den Händen der Natur entnehmen können. Es ist daher völlig gerechtfertigt, wenn R. Arendt (Grundzüge, Grundrifs, S. 1—3, Leipzig, L. Voss) der Luftuntersuchung eine Betrachtung der schweren Metalle vorangehen läfst. Nur hat es wieder andere Nachteile, dafs hier gleichzeitig seltenere Metalle, wie Cadmium, Wismut — die den Schüler fremdartig anmuten müssen — mit an den Anfang gestellt sind, und dafs die bei den Metallen genannten Mineralien so zahlreich sind, dafs sie im Anfang unmöglich zur Durchnahme gelangen können.

Werden schliefslich bei der Luftuntersuchung, wie dies meist üblich ist, wichtige Begriffe, wie der des chemischen Elementes und des zusammengesetzten Körpers — die erste tiefergehende Einsicht in die Stoffnatur der Körper — gleichsam als Nebenprodukt, en passant gewonnen, so scheint auch hierdurch dieser sonst so instruktive Bestandteil des Anfangskursus geschädigt, überladen mit zu viel Dingen fundamentaler Natur. — Alles in allem wird bei dem die Luftuntersuchung an den Anfang stellenden chemischen Unterricht nicht genügend das Prinzip gewahrt, dafs im Anfang einer neuen Disziplin möglichste Einfachheit anzustreben sei.

Demgegenüber möchten wir für einen Anfangsunterricht eintreten, der nicht mit dem Aufrichten eines Eckpfeilers unter präciser Erörterung der hierzu erforderlichen Calculationen beginnt, sondern der zuerst eine sichere Fundamentierung vornimmt. Als letztere möchten wir ansehen das Herausarbeiten der Begriffe: chemisches Element, chemische Erscheinung im Gegensatz zur physikalischen, chemische Verbindung und chemischer Prozefs unter spezieller Berücksichtigung der physikalischen, besonders der thermischen Nebenerscheinungen.

Hierzu giebt es kaum geeignetere Ausgangskörper als gewisse sulfidische Mineralien, z. B. Schwefelkies, Bleiglanz, Zinnober. Es wird zunächst auf diese Weise unmittelbar an das Gegebene, an die Natur, angeknüpft; die Metalle, deren man später zur Luftuntersuchung bedarf, werden hier eins nach dem andern erst gewonnen und gelangen für sich zur Betrachtung. Zudem haben die genannten Körper den Vorteil, dafs sie als Mineralien besonders leicht kenntlich und in technischer Hinsicht von nicht geringer Bedeutung sind. Den Hauptzweck aber, als Ausgangskörper für die Gewinnung der ersten Grundbegriffe zu dienen, erfüllen sie in ausgiebiger Weise. Es giebt z. B. kaum etwas Überzeugenderes, als wenn durch einfaches Erhitzen von zerkleinertem Schwefelkies im schwer schmelzbaren Probierglas ein deutlicher Beschlag von reinem Schwefel erfolgt, oder wenn durch Erhitzen von Zinnober im offenen, luftdurchströmten Glasrohr ein spiegelnder Beschlag entsteht, der eine genügend demonstrierbare Menge von metallischem Quecksilber ergiebt. Hier wird dem Schüler klar zum Bewufstsein gebracht, dafs ein scheinbar einheitlicher Körper einen ganz neuen Körper zu liefern vermag, den man nicht in ihm vermuten konnte; er wird durch die Thatsachen selbst belehrt, dass solche Körper nicht

einfacher Natur sind. Durch derartige partielle Analysen, die für den Anfang vollständig ausreichend sind und durch die die Bedeutung der Wärme für chemische Processe allmählich zu Tage tritt, gelangt man zum Begriff des Elementes wie des zusammengesetzten Körpers, während die daran sich schliefsende Synthese der im Laufe des Lehrganges ermittelten Elemente z. B. *Fe*, *Pb*, *Cu*, *Hg*, *Zn* mit *S* zu Schwefelverbindungen ein vorzügliches Mittel abgiebt, das Wesen der chemischen Verbindung und des chemischen Prozesses mit seinen Nebenerscheinungen zu erläutern. Diese Andeutungen müssen hier genügen, zumal Verf. in seinem „Mineralogisch-chemischen Kursus“ (2. Aufl. 1896, Berlin) ein Beispiel gegeben hat, wie diese Einführung im speziellen gestaltet werden kann.

Ist so aus zusammengesetzten Naturkörpern heraus der feste Begriff des chemischen Elementes gewonnen und ist die sich leicht anschliefsende Frage: „Welche Elemente kommen aufserdem noch frei (gediegen) in der Natur vor?“ durch die Durchnahme einiger weiteren metallischen und nichtmetallischen Elemente (besonders *Ag*, *Au*, *Pt*, *C*) beantwortet, so hat der Schüler nicht nur ein genügendes Rüstzeug in Händen, um die Schwierigkeiten der nun folgenden Betrachtung der Luft zu überwinden, sondern er ist auch hinreichend vorbereitet, um sein Augenmerk gleichzeitig auf den logischen Fortgang der Untersuchung mit Erfolg und Genufs richten zu können.

Es erübrigt jetzt zu skizzieren, wie sich nach einer solchen Einführung in die ersten Grundbegriffe der Lehrgang der Untersuchung der Luft selbst zu gestalten vermag.

II. Die eigentliche Untersuchung der Luft.

Der chemischen Betrachtung der Luft geht eine kurze physikalische vorauf, deren Mittelpunkt das Körperliche, insbesondere das Gewicht der Luft bildet. Irgend eine Gewichtsbestimmung ist unbedingt auszuführen. Will man eine exakte Luftwägung mit dem evakuierten Glasballon — die das beste bleibt — nicht vornehmen, so kann man auch einen Literkolben (der nebst Gummipfropfen abtariert wurde) erhitzen, schliefsen und abwägen (vgl. Machs Grundrifs d. Phys. v. Harbordt u. Fischer 1893 S. 34). Der Gewichtsverlust ist ziemlich erheblich und durch Aluminiumgewichte zu ermitteln. Es ist darnach fest einzuprägen, „1 Liter atm. Luft wiegt rund $1^1/_4$ Gramm“ (1,293 g bei 0^0); man geht sofort zum Kubikmeter über und läfst durch Abschätzen der Mafse des Zimmers feststellen, dafs dessen Luftgewicht schon nach Centnern rechnet.

Nunmehr entsteht die Frage nach der chemischen Beschaffenheit der Luft. Als Quelle chemischer Erscheinungen ist aus dem Vorangegangenen bereits die Wärme bekannt geworden. Es wird die Frage nahegelegt, ob die Erwärmung eines Luftquantums zum Ziele führen könnte; die Antwort lautet negativ, indem auf die Erfahrung hingewiesen wird, dafs eine nicht völlig abgeschlossene Luftmenge (man ziehe den obigen Versuch heran) bei der Erwärmung nur eine Ausdehnung, eine Verdünnung erfährt, dafs aber die stofflichen Eigenschaften des Restes nicht andere werden. So erweist sich also die Luft als ein Körper, dem man direkt nicht beikommen kann. (Von der Salpetersäurebildung durch Elektrizität ist natürlich abzusehen.)

Ehe die Frage aufgeworfen wird, welche Wege zur Erforschung in solchem Falle wohl eingeschlagen werden könnten, wird noch eine kurze Vorbetrachtung darüber angestellt, was wir erwarten können. Der unbekannte Körper kann sein: 1. ein Element, 2. eine chemische Verbindung zweier oder mehrerer Elemente, 3. eine mechanische Mischung zweier oder mehrerer Elemente. (Von den übrigen mathe-

matisch noch möglichen Combinationen — von denen ja eine die wirklich zutreffende ist — wird vorläufig abgesehen.)

Nunmehr wird die oben berührte Frage aufgenommen und als indirekter Weg gekennzeichnet, dafs man erforschen müsse, ob die Luft, der seiner chemischen Natur nach unbekannte Körper, auf andere bekannte Körper eine stoffverändernde Wirkung, einen chemischen Einflufs — mit Bestimmtheit oder mit Wahrscheinlichkeit — ausübe. Dann stände zu hoffen, dafs aus dem Produkt einer solchen Einwirkung oder auch aus den Bedingungen, unter denen dieselbe erfolgt, sich vielleicht ein Rückschlufs auf den unbekannten Körper machen liefse. — Der Blick richtet sich wie von selbst auf die bereits durchgenommenen Metalle. Es werden die verschiedenen Überzüge an metallenen Gegenständen, Thürklinken u. s. w., das Stumpfwerden blanken Kupfers und Bleies sowie der Rost herangezogen, und es wird durch einen Versuch (einfaches Abreiben) dargethan, dafs man es hier mit einer dünnen Schicht eines neuen Körpers zu thun hat, der dem ursprünglichen Körper aufgelagert ist. Leider würden diese Überzüge direkt wenig zu gebrauchen sein, da sie meist Hydroxyde (z. B. beim Eisen) oder Carbonate (z. B. beim Kupfer) sind, der Sauerstoff der Luft also nur indirekt beteiligt ist. Es hinken also die ganzen Hinweise auf diese Stoffveränderungen, und man kommt später auch nicht mehr darauf zurück. Dies hindert aber nicht — unter Hinweis, dafs diese Überzüge in so geringfügiger Menge auftreten, sich also schlecht zur Untersuchung eignen würden — zu der Vermutung überzugehen, ob sich die Metalle nicht in stärkerem Mafse verändern möchten, wenn man wiederum die Wärme zu Hülfe nimmt. Auf diese Weise werden die nun folgenden Erhitzungsversuche der Metalle in gewissem Sinne begründet — während z. B. bei dem Lehrgange von Arendt es nicht hervortritt, warum die Erhitzung vorgenommen wird und nur der Erfolg die Versuche rechtfertigt.

1. Erhitzen von Metallen an der Luft.

Die nun folgenden Erhitzungsversuche erstrecken sich nur auf die bisher erkannten Metalle, etwa *Pb, Fe, Cu, (Hg) Zn, Ag, Au, Pt.* Von einem Heranziehen der bekannt gewordenen nichtmetallischen Elemente wird absichtlich Abstand genommen, um im Schüler — dessen Vorstellungen naturgemäfs durch den Aggregatzustand der Körper noch stark beeinflufst werden — zunächst den Begriff der einfachsten Oxydation: Entstehung eines festen Körpers durch die Einwirkung des gasförmigen Sauerstoffs auf einen festen Körper, klar entstehen zu lassen. Hierdurch wird eine nützliche Vorstufe für das Verständnis der allgemeinen Verbrennungserscheinungen — deren Durchnahme erst nach der Untersuchung des Wassers fruchtbringend ist — gewonnen.

Vers. 1. *Fe.* *a*) Eisenpulver am Magneten, mit glühender Stricknadel entzündet (vergl. ds. Ztschr. *X 170* Vs. 1 *a*; eventuell auch Vs. 1 *c*). Es ist hier auf die Analogie mit dem Versuch der Vereinigung von *Fe* und *S* (ds. Ztschr. *VIII 367*), insbesondere auf die freiwillige Wärmeentwicklung aufmerksam zu machen. — *b*) Eisenpulver auf Asbestpappe (ds. Ztschr. *X 171*, Vs. *c*). Gelangten bei Vs. *a* die begleitenden Erscheinungen des Vorganges besser zur Anschauung, so hier besser das Produkt. Die erkaltete Masse, zu der man noch etwas frisches Eisenpulver zur Vergleichung aufschüttet, wird demonstriert.

Vers. 2. *Cu.* *a*) Von dünngewalztem, glänzendblankem Kupferblech werden einige Streifen (etwa 5 cm : 1 cm) geschnitten und entweder in einer schwer schmelzbaren Glasröhre, die man in schwach geneigter Lage in ein Stativ spannt, oder auf einer Asbestpappe, die einem Dreifufs aufliegt, einige Zeit erhitzt. Man zeige nach dem Erkalten nicht nur die veränderte Farbe, sondern entferne auch das spröde aufgelagerte Produkt (indem man jeden Streifen mit beiden Händen an den Enden fafst und schnell hin- und herbewegt, wobei das

dunkle Oxyd abplastert, das man auf einer Unterlage sammelt). — *b*) Erhitzen von Kupferpulver (Cuprum reductum, nur zu verwenden, wenn die rote Kupferfarbe ausgeprägt ist) auf Asbest, ds. Ztschr. *XI 230* No. 11.

Vers. 3. *Zn*. Erhitzen von Zinkpulver auf Asbestpappe (ds. Ztschr. *XI 229*, No. 10); nach dem Aufglühen ist in der Masse andauernd zu rühren. Erwähnung des Wortes Metallkalk nebst der historischen Bemerkung, dafs diese Veränderung der Metalle beim Erhitzen, welche Metallverkalkung genannt wurde, die Chemiker besonders in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts stark beschäftigte.

Auch der Bleiversuch (vgl. Arendt a. a. O. S. 4) kann noch ausgeführt werden, doch wird es nötig, die Schüler vortreten zu lassen. An den zurückgestrichenen Massen haftet noch viel metallisches Blei.

Bezüglich des *Quecksilbers* mufs man sich, da ein brauchbarer Verkalkungsversuch nicht existiert, mit der Mitteilung begnügen, dafs sich beim Erhitzen unter geeigneten Bedingungen ein rötlicher spröder Körper gewinnen läfst. Man demonstriere schon hier Quecksilberoxyd (ohne den Namen zu erwähnen).

Der Anordnung der vorstehenden Versuche liegt das Bestreben zu Grunde, die Flamme, die für den Schüler durchaus ein x ist, möglichst zu eliminieren. Es ist wenig logisch, wenn beim Erhitzen von Kupfer innerhalb der Bunsenflamme der entstehende Überzug als ein Produkt der Lufteinwirkung gedeutet wird. Der Versuch wird erst verständlich, wenn die Natur der Bunsenflamme erkannt wird, er mufs also hier umgangen werden.

Vers. 5, 6, 7. *Pt*, *Ag*, *Au*. Ein Platinblech werde zunächst auf Asbestpapier erhitzt — wonach man das unveränderte Aussehen beachtet —, dann in die Flamme gehalten und stark geglüht; hier wo es sich um ein negatives Ergebnis handelt, ist wohl gegen die Zuhülfenahme des direkten Feuers nichts einzuwenden. Es empfiehlt sich, den letzteren Versuch auch mit Silberblech und einer kleinen Platte von lauterem Golde vorzunehmen. Ersteres ist durch die chemischen Fabriken billig zu erhalten, letzteres kann man von jedem Goldschmied beziehen, für ca. 4 M. ein genügend grofses Stück (5 cm : 2 cm), das etliche Jahre ausreicht. So wird der immerhin noch nützliche Begriff der Edelmetalle gewonnen. — Man wird nicht verabsäumen, eine öfter beliebte Wendung des Sprachgebrauchs, für die hier die anschauliche Grundlage geliefert wird, zu erwähnen und zu sagen, dafs diese Metalle „die Feuerprobe bestehen“, und noch beim Gold und Silber — das, sobald es nicht sehr gut verschlossen war, eine Anlauffarbe zeigen wird, während beim Erhitzen und Schmelzen ein reinglänzendes Weifs erscheint — hinzufügen, dafs sie nur noch mehr „im Feuer geläutert“ werden.

Durch Versuch 1 bis 4 wird also bestätigt, dafs Stoffveränderungen bei gewissen Metallen vor sich gehen. Sind sie ohne weiteres der Luft zuzuschreiben? Gewifs sind einzelne Schüler geneigt anzunehmen, dafs die Luft die Ursache sei, zumal wir darauf ausgingen, nach Einwirkungen der Luft zu suchen, doch in den meisten Köpfen machen sich die oben berührten Denkschwierigkeiten geltend, um einen geistigen Zustand des Zweifelns oder wenigstens der Ungewifsheit zu erzeugen. Ersteren aber ist entgegenzuhalten, dafs ein Beweis noch nicht vorliegt. Es ist vielmehr die Frage, ob wirklich die Luft eine Bedingung, die Ursache der Veränderung sei, erst strikte aufzuwerfen. Mit Recht erinnert bei diesem Punkt der Untersuchung Arendt daran, dafs auch auf die Wärme als mögliche alleinige Ursache hinzuweisen sei. Dieser Hinweis gewinnt nach der Durchnahme des oben skizzierten Vorkursus noch eine festere Gestalt, da dem Schüler die Erscheinung der Allotropie bereits bekannt geworden ist, u. a. an dem drastischen Beispiel von Diamant und Graphit. Er weifs bereits, dafs der wasserhelle Kohlenstoff durch starkes Erhitzen sich in den schwarzen undurchsichtigen, den Graphit, zu verwandeln vermag.

Indem nun die obige Frage zur Untersuchung gelangt, setzt der eigentliche Induktionsschluſs ein. Man kann an dieser Stelle eine kurze Belehrung vornehmen und zeigen, wie man durch bloſses Nachdenken auf den Versuch kommt, die Metallerhitzung unter Weglassung der vermeintlichen Bedingung, nämlich der Luft, zu wiederholen. Es wird danach etwa folgendermaſsen formuliert: „Ist die Luft wirklich eine Bedingung zur Verkalkung oder Aschenbildung, so dürfte 1. die letztere nicht stattfinden bei Abschluſs der Luft, 2. müſste dieselbe in höherem oder geringerem Grade stattfinden, je nachdem die Luft in höherem oder geringerem Maſse zugelassen wird. — Es wird nun betont, daſs, da eine Erfahrung hierüber nach dem bisherigen Gange nicht vorliegt, weiteres bloſses Nachdenken die Frage nicht entscheiden kann, sondern daſs einzig der Versuch, das Experiment, die Erkenntnis bringt.

2. Erhitzen eines Metalles bei Luftabschluſs.

Vers. 8. Erhitzen von zusammengefaltetem Kupferblech, ds. Ztschr. *X 171* 2 *b*.

Durch diesen Versuch wird gleichzeitig die oben erwähnte Vermutung, daſs vielleicht die Erwärmung an sich die alleinige Ursache der Metallveränderung sei, daſs wir es also vielleicht mit der Erscheinung der Allotropie zu thun haben, abgethan.

3. Erhitzen eines Metalles bei vermehrter Luftzufuhr.

Vers. 9. Anblasen von Eisenpulver auf Asbestpappe, ds. Ztschr. *X 172* No. 3 (letzter Absatz). Will man die Atemluft verwenden, so kann man auch die a. a. O. erwähnte Glasröhre weglassen und ohne weiteres die Masse vorsichtig, aber andauernd anblasen.

Vers. 10. Derselbe Versuch mit Zinkpulver (vgl. ds. Ztschr. *XI 229* No. 10).

Ist hierdurch die Luft als Bedingung zur Metallverkalkung erwiesen, so ist doch die ganze Erscheinung selbst noch nicht aufgeklärt, vielmehr ist nach dem eigentlichen Zustandekommen des neuen Körpers weiter zu forschen.

Bei diesem Punkte der Untersuchung ist es nun von entscheidender Bedeutung, daſs die zu den Versuchen verwendeten Metalle ihrer chemischen Natur nach, als Elemente, bereits erkannt sind. Hierdurch wird das Auffassen der schwierigen Erscheinungen wesentlich vereinfacht. — Aus einem unzerlegbaren Körper kann nicht durch das Erhitzen ein Stoff entweichen und ein neuer Körper als Rest verbleiben. Vielmehr wird als Norm aufgestellt: Wenn ein Element eine Stoffveränderung erleidet, so kann dies nur dadurch geschehen, daſs ein anderer Körper hinzutritt. — Mit Sicherheit wird also gefolgert, daſs die Luft, die als Bedingung der Metallverkalkung erkannt wurde, an das Metall, an das Element herangetreten sei, sich mit ihm während des Erhitzens und der freiwilligen Wärmeentwicklung verbunden haben müsse. Die Schwierigkeit dieser Vorstellung wird nicht nur zugestanden, sondern es wird auf das Paradoxe, daſs die Luft während einer Erhitzung, ja einer lebhaften Glüherscheinung — durch welche sonst alles Luftförmige ausgedehnt, vertrieben wird — sich mit dem Metall vereinigt haben sollte, ausdrücklich hingewiesen. Erst durch weitere zwingende Versuche muſs dem Schüler die völlige Einsicht gleichsam abgerungen werden.

Es bedarf jetzt nur der Erinnerung an die physikalische Betrachtung der Luft, daran, daſs die Luft ein bestimmtes Gewicht besitzt, um vom Schüler die Folgerung zu hören: Das veränderte Metall, der Metallkalk, müſste schwerer sein als das ursprüngliche Metall.

4. Gewichtszunahme bei der Metallverkalkung.

Es stehen mehrere Versuche zur Auswahl; vergl. ds. Ztschr. *X, 171.* Am wichtigsten erscheint hiervon No. 3:

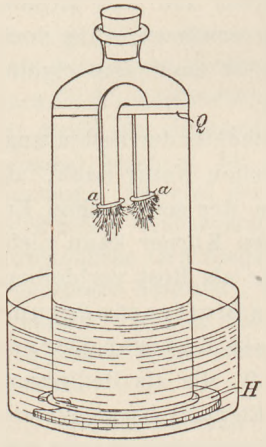
Vers. 11. Erhitzung von 30 g Eisenpulver auf Asbestpappe, die Gewichtszunahme (über 3 g) wird festgestellt und notiert.

Vers. 12. Erhitzung von 20 g Zinkpulver auf Asbestpappe. Über derartige Wiederholungen von Versuchen vergl. die Bemerkung a. a. O. S. 171. 3 *a*.

Hierdurch ist auf das bestimmteste erwiesen, daſs die Luft sich mit dem Metall verbunden hat. — Bei diesem Stande der Untersuchung wird auf die „Vorbetrachtung“ zurückgegriffen. Es entsteht die Frage: Ist die Luft, falls sie aus mehreren Elementen besteht, als Ganzes an das Metall herangegangen oder ist vielleicht nur eines dieser Elemente bei der Verkalkung beteiligt? — Um dies festzustellen, ist es erforderlich, eine Metallverkalkung in einer abgeschlossenen Luftmenge vorzunehmen. Man zeigt die Möglichkeit des Versuchs, indem man eine geöffnete Flasche ohne Boden in die Wasserwanne setzt und verschlieſst — und läſst beantworten, was zu erwarten sei, wenn hierin der Prozess vorgenommen würde? Es wird Luft vom Metall fortgenommen, Wasser muſs dafür eindringen. Ist nun die Luft ein Element, so muſs, falls die Luft nicht ganz fortgenommen wird, der Rest dieselbe Beschaffenheit zeigen, wie die gewöhnliche Luft, z. B. müſste ein brennender Spahn darin eine Zeit lang weiterbrennen.

5. Veränderung einer abgeschlossenen Luftmenge infolge einer Metallverkalkung.

Vers. 13. Verbrennen von Eisenpulver innerhalb einer unten durch Wasser abgeschlossenen Flasche (s. Fig.), ds. Ztschr. *X 172* No. 4. — Oder: der bekannte, auch von Arendt übernommene Versuch der Luftabsorption mittels Kupferspähnen im Verbrennungsrohr. — Der verwendete Magnet sei nicht zu klein und möglichst stark, damit er hinreichend Eisen aufnehme.



Vers. 13 *a* (Vorversuch). In eine beliebige nicht zu kleine Flasche — sie kann einen ziemlich engen Hals haben — wird ein brennender Spahn eingeführt; er brennt innen weiter und wird nach wenigen Sekunden wieder herausgezogen.

Vers. 13 *b*. Um die Beschaffenheit des Luftrestes von Vers. 13 in gleicher Weise festzustellen, ist erst nötig, so viel Wasser nachzufüllen, daſs das Niveau innen und aufsen gleich ist. Der brennende Spahn wird eingeführt: er erlischt.

Die Luft hat sich also verändert. Die Luft ist kein Element. Sie muſs wenigstens aus 2 Elementen bestehen. Die soeben entdeckte Luftart ist eines dieser Elemente: Stickstoff. Es wird mitgeteilt, daſs auch bei Änderung der Bedingungen von Vers. 13 nie mehr als $^1/_5$ des Volumens fortgenommen wird. Es ist nützlich zu sagen, der Rest ($^4/_5$) ist „im wesentlichen“ Stickstoff, und auf die zwar wichtigen, aber in geringer Menge vorhandenen Beimengungen hinzudeuten.

Es folgt eine kurze Charakteristik der gefundenen Luftart. Element Nitrogenium = *N*; Stickstoff ist bei der Metallverkalkung unbeteiligt; etwa $^4/_5$ der Luft sind Stickstoff. Als Versuch über die Schwere mag genügen, die Flasche zu öffnen und nach einigen Sekunden mit dem brennenden Spahn zu zeigen, daſs der Stickstoff entwichen und durch Luft ersetzt ist: Stickstoff scheint leichter als Luft zu sein.

Unserem Ziel, die unbekannte chemische Natur der Luft mit Hülfe der Metalle zu erkennen, sind wir nunmehr um einen beträchtlichen Schritt näher gekommen. Die Luft besteht, abgesehen von den Beimengungen, aus Stickstoff und einem unbekannten Stoffe *x*, der sich mit dem Metall verbunden hat. Die auf früherer Stufe

gewonnenen Begriffe der chemischen Verbindung und mechanischen Mischung kommen jetzt unterstützend zur Anwendung. Ist die Luft eine chemische Verbindung von *N* und *x* — das einstweilen als Element angenommen wird —, so können wir über die Beschaffenheit von *x* keine Vermutung aufstellen; ist sie dagegen eine mechanische Mischung mit den mittleren Eigenschaften der Bestandteile, so sind verschiedene Schlufsfolgerungen zu ziehen: 1. Ein in die unbekannte Luftart eingeführter brennender Spahn dürfte nicht erlöschen, müfste vielmehr lebhafter brennen als in gewöhnlicher Luft, 2. *x* müfste schwerer sein als Luft, 3. die Metallverkalkung müfste in *x* lebhafter vor sich gehen als in gewöhnlicher Luft.

Wie können wir das *x* aus einem Metallkalke erhalten? Es wird, wie üblich, auf die Unwahrscheinlichkeit hingewiesen, dafs Erhitzung zum Ziele führen werde und mitgeteilt, dafs nur *Hg O*, das unter abweichenden Bedingungen sich bildete, eine Ausnahme mache.

Vers. 14. *a*) Zerlegung von *Hg O*. Der Versuch mag so vorgenommen werden, dafs nur eine kleinere Menge *Hg O* in die mit Vorlage verbundene kleine böhmische Retorte gebracht wird, so dafs bei kräftiger Erhitzung der Prozefs bis zur gänzlichen Zerlegung der Masse fortgeführt wird. Es genügt, einen mittelgrofsen Fufscylinder mit dem Gase zu füllen. — *b*) Man führe einen brennenden Spahn nur teilweise ein: Die oben unter 1. genannte Vermutung wird bestätigt. — Man führt in den Rest den glimmenden Spahn mehrmals ein und giebt an, dafs das Entflammen das Erkennungsmerkmal für die neue Luftart, den Sauerstoff, sei.

Vers. 15. Der übliche Versuch mit zwei gleichen Cylindern, der eine mit der Öffnung nach unten, der andere nach oben gerichtet: Die zweite Vermutung wird bestätigt.

Teils zur Bestätigung der oben unter 3. aufgeführten Vermutung, teils zur Charakteristik des neuen Gases werden noch folgende Versuche vorgenommen.

6. Oxydation von Metallen in einer Sauerstoffatmosphäre, oder an der Luft mittelst direkter Zuführung von Sauerstoff.

Vers. 16. *a*) Oxydation von Eisenpulver in *O* (ds. Ztschr. *X 174* und *XI 228* No. 4). *b*) Uhrfederversuch (vergl. ds. Ztschr. *X 173* und *XI 228* No. 5).

Vers. 17. Blei in *O*; ds. Ztschr. *XI 228* No. 3.

Vers. 18. Kupfer in *O*; ebenda No. 1.

Vers. 19. Zink in *O*; ebenda No. 2.

Vers. 20. Oxydation von Zink und Eisen auf Asbestpappe an der Luft mittels direkter Zuführung von Sauerstoff; ds. Ztschr. *XI 231* No. 16.

Die hierdurch vor Augen geführte Charakteristik der neuen Luftart wird noch durch Angaben vervollständigt. Sauerstoff als Element Oxygenium = *O*; 1 Liter wiegt 1,43 g. Hierbei weist man darauf hin, dafs beim obigen Versuch 11 (S. 268) mehr als 2 Liter des Gases an das Eisen herangegangen sind.

Die Metallverkalkung ist jetzt völlig klargestellt. Es wird das Wort Metallkalk (sowie das Wort Metallasche, falls es gebraucht wurde) abgewiesen; hier ist auch der Ort, weitere historische Bemerkungen anzuknüpfen. Für Metallkalk wird das Wort Metalloxyd eingeführt, die Oxyde werden als besondere Klasse der chemischen Verbindungen aufgestellt, und es werden etliche künstliche Metalloxyde demonstriert.

Obgleich nun die obigen Versuche 14*b* bis 20 dafür sprachen, dafs die Luft keine chemische Verbindung, sondern ein mechanisches Gemenge sei, so erscheint es doch nützlich, hierfür weitere Argumente anzuführen. Als solche bieten sich dar die Beschaffenheit der in Wasser gelösten Luft (sie möge kurz Wasserluft genannt werden) sowie die der verflüssigten Luft. Man argumentiert etwa: Wäre die Luft eine Verbindung, so müfste offenbar die Wasserluft ebenso beschaffen sein wie die atmosphärische Luft — es erscheint dies ohne weiteres plausibel, jedenfalls darf man nicht,

wie dies zuweilen geschieht, hierbei das fundamentale Gewichtsgesetz antizipieren oder auch nur berühren. Man giebt an, dafs die Wasserluft nun ein anderes Verhältnis zeigt, statt $4\,N:1\,O$ haben wir gemäfs der Analyse fast genau $2\,N:1\,O$. Dies entspricht aber gerade dem Lösungsvermögen jedes einzelnen beider Gase. Ein Volumen Wasser löst nämlich bei gewöhnlicher Temperatur $^1/_{70}$ Volumen N und nahezu $^1/_{35}$ oder $^2/_{70}$ Volumen O. Das Lösungsvermögen für O ist also fast genau doppelt so grofs wie das für N. Ständen in der atmosphärischen Luft die beiden Gase in dem Verhältnis von $1\,N:1\,O$, so würden sie in der Wasserluft in dem Verhältnis $^1/_{70}\,N:^2/_{70}\,O$, d. h. wie $1\,N$ zu $2\,O$ stehen. Sie stehen aber in der Luft in dem Verhältnis $4\,N:1\,O$, also erhalten wir für die Wasserluft $^4/_{70}\,N:^1/_{35}$ oder $:^2/_{70}\,O$; d. i. $=2\,N:1\,O$.

Zum Schlusse erscheint es noch geboten, etwas näher auf die allgemeine Natur der beiden gasförmigen Elemente, der Gase überhaupt, einzugehen, besonders zu erläutern, dafs es gelungen ist, unter Anwendung grofser Kälte alle Gase zu verflüssigen und in den festen Zustand überzuführen. Hierdurch am meisten wird die Vorstellung, dafs die Luft etwas Körperliches sei, unterstützt, ebenso das Hineindenken in den Vorgang, dafs sich ein fester Körper mit einem gasförmigen chemisch verbindet, erleichtert — gleichviel ob man schon hier von festen (nur für unser Auge nicht mehr wahrnehmbaren) kleinsten Teilchen sprechen will, so dafs ein Gas als der Zustand aufserordentlicher „Auflockerung“ eines festen Körpers dargestellt wird — oder ob man vorzieht, diese hypothetische Vorstellung erst später bei der Durchnahme der atomistischen Theorie zu verwerten. Jedenfalls kann man aber die nach Lindes Verfahren hergestellte „flüssige Luft“ noch als Argument für den oben erwähnten Zweck benutzen, indem man mitteilt, dafs gemäfs der schwierigeren Condensierbarkeit des Stickstoffes das Verhältnis von O zu N in der flüssigen Luft noch viel günstiger für den O wird als in der Wasserluft, ja dafs es sich gerade umkehrt. Hatten wir in der Wasserluft $1\,O:2\,N$, so haben wir hier $2\,O:1\,N$, so dafs (zumal der Stickstoff aus der Flüssigkeit schneller verdunstet) die sogenannte flüssige Luft eigentlich comprimierten Sauerstoff mit untermischtem Stickstoff darstellt.

Hiermit ist die Untersuchung zu ihrem Abschlufs gelangt.

Es könnte der Einwand erhoben werden, dafs ein so ins Einzelne gehender Lehrgang der Luftuntersuchung zu viel Zeit in Anspruch nehme. Dem ist zunächst entgegenzuhalten, dafs es sich hier um einen Körper und um Erscheinungen handelt, in welche unbedingt eine gründliche Einsicht gewonnen werden mufs, und hierzu gehört vor allem Zeit — keine noch so geschickte Condensierung des Lehrstoffes kann dies Moment ersetzen. Ferner aber, meinen wir, hat sich eine weiterausschauende Methodik überhaupt nicht durch die momentan geltenden Zeitbestimmungen als gebunden zu erachten, sondern hat, zunächst unbekümmert um andere Rücksichten, die Arbeit zu leisten, die in dem einzelnen Lehrgegenstand steckenden Werte einzeln herauszuheben und zu zeigen, wie sie für die jugendliche Auffassungskraft auszumünzen sind. Liegen in dieser Hinsicht auch schon sehr viele Vorarbeiten vor, so ist doch gemäfs der wachsenden Erkenntnis und der schnell fortschreitenden Forschung noch viel zu leisten übrig. Erst wenn diese Arbeit — die auch für die der Tradition nach die höchste Wertschätzung beanspruchenden Lehrgegenstände noch keineswegs unanfechtbar gethan ist — so weit vorgeschritten sein wird, dafs eine bestimmte Übersicht der Werte ermöglicht ist, wird ein richtiges gegenseitiges Abwägen derselben mit seinen weiteren Consequenzen stattfinden können.

Vorlesungsversuche mit Acetylen.

Von

Prof. **M. Rosenfeld** in Teschen.

1. Darstellung von Acetylen.

Die Darstellung von Acetylen für Versuchszwecke geschieht am einfachsten in einem Kippschen Apparate, Fig. 1, in dessen Tubulus ein mit Hahn versehener Trichter *t* und ein Abzugsrohr *r* befestigt sind; die untere Kugel enthält so viel Wasser, dafs deren Oberfläche das in der Mittelkugel befindliche Carbid nicht erreicht. Zur Erzeugung des Gases läfst man bei offener Abzugsröhre *r* aus dem Trichter *t* Wasser auf das Carbid fliefsen. Schliefst man sodann das Abzugsrohr ab, so drängt das Gas das Wasser aus der unteren in die obere Kugel, und man hat auf diese Weise einen Vorrat an Acetylen angesammelt, den man nach dem Versuche auf dieselbe Weise erneuert.

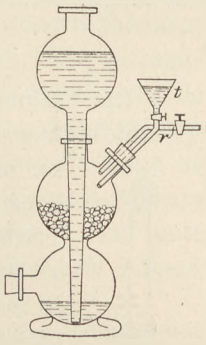


Fig. 1.

2. Vergleichende Explosionsversuche.

Der bekannteste, bei Vorlesungsversuchen zu Explosionszwecken benutzte Apparat ist der Heumannsche[1]). In diesem Apparate läfst sich jedoch nur ein Gemenge von Luft und Leuchtgas gefahrlos zur Explosion bringen; Knallgas oder eine Acetylen-Luftmischung zertrümmert bei der Entzündung den Apparat. Meine Knallgaspipette[2]) leistet jedoch, in entsprechendem Mafsstabe vergröfsert, für Explosionszwecke aller Art ausgezeichnete Dienste. Diese „Explosionskugel", Fig. 2, ist aus starkem Glase, hat einen Durchmesser von 11 cm, eine obere, ebenfalls starkwandige, 30—33 cm lange Röhre, die bei der Mündung *a* 7—8 mm weit ist und sich nach unten allmählich bis auf 3 cm äufseren Durchmesser erweitert; das untere Rohr *b* ist 2 cm weit und 3 cm hoch[3]).

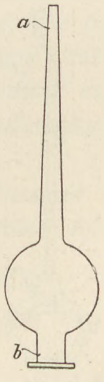


Fig. 2.

Zur Ausführung vergleichender Explosionsversuche verwendet man drei solcher, gleich grofser Explosionskugeln, füllt dieselben mit Hülfe eines mit einem Glasrohre versehenen, in der unteren Röhre befestigten Pfropfens der Reihe nach mit Wasserstoff, Leuchtgas und Acetylen und entzündet die Gase nach Entfernung des Pfropfens an der Mündung der oberen Röhre. Die Flammen brennen an der oberen Mündung weiter, da jedes Gas, von einer Luftschicht getragen, in die Höhe steigt; diese Luft strömt rasch von unten ein, und die Dichtigkeit der Gase läfst sich aus der Geschwindigkeit schätzen, mit der jedes aus der Explosionskugel strömt. Der Wasserstoff strömt am schnellsten aus und brennt mit der gröfsten Flamme, das Acetylen strömt am langsamsten aus und brennt mit der kleinsten Flamme. Zuletzt schlägt die Flamme auf den Rückstand des Gases, das sich in der Kugel mit Luft vermischt hat, nieder, und eine Explosion findet statt, die beim Wasserstoff am heftigsten, beim Leuchtgas am wenigsten heftig ist. Bei den gegebenen Dimensionen des Apparates explodierte bei meinen Versuchen der Wasserstoff nach 10—12 Sekunden, das Leuchtgas

[1]) Heumann, Anleitung zum Experimentieren, II. Aufl. 1893, S. 465.

[2]) Pogg. Bd. CLVII. S. 494.

[3]) Zur Lieferung einer solchen Vorrichtung ist die Firma Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin, Rosenthalerstr. 41, erbötig.

nach 48 Sekunden und das Acetylen nach 125—160 Sekunden. Selbstverständlich können vergleichende Explosionsversuche auch in einem einzigen Apparate vorgenommen werden, indem man in demselben der Reihe nach die verschiedenen Gase auf die angegebene Weise zur Explosion bringt. Die Explosionen verlaufen gänzlich gefahrlos. Besonders schön gestaltet sich die Explosion des Acetylens, indem die zum Explosionsgemisch hinabschlüpfende Flamme einem glänzenden Meteore gleicht. In Ermangelung einer Explosionskugel können diese Versuche auch mit der Kugel eines gröfseren Kippeschen Apparates ausgeführt werden, nur mufs die Mündung der langen Röhre wenigstens 7 mm weit sein.

3. Teilung der Flamme.

Die Teilung der Acetylenflamme kann nicht auf die bekannte Weise mit dem Teclu-Brenner vorgenommen werden, sondern geschieht, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, mit einem Acetylengas-Brenner *b* mit einer einzigen, sehr feinen Öffnung. Die Spitze des Brenners befindet sich 1 cm unter der Mündung des Trichters, steht jedoch nicht in der Mitte des letzteren, sondern seitlich, an die Wand desselben angelehnt. Die Röhre *r* ist 78 cm hoch und 13 mm weit; der in der Röhre befestigte Trichter *t* mit 5 mm weitem und 5 cm hohem Halse ist 5 cm breit und 4 cm hoch. Die Teilung der Acetylenflamme ist viel leichter als die der Leuchtgasflamme auszuführen und geschieht einfach durch vorsichtige Verringerung der Gaszuströmung. Die Erscheinung ist viel imposanter als beim Leuchtgas, indem beide Flammen hell leuchtend sind und besonders die untere Flamme einer glänzenden Leuchtkugel gleicht, so dafs der Versuch auch bei Tageslicht wirkungsvoll ausgeführt werden kann. Der Erfolg wird insofern etwas beeinträchtigt, als die Röhre beim Herabschlüpfen der unteren Flamme von ausgeschiedener Kohle geschwärzt wird. Gut ist es, wenn man das zur Ausführung dieses Versuches verwendete Gas nicht direkt aus dem Kippeschen Apparate, sondern aus einem Gasometer ausströmen läfst, weil bei einem constanten Drucke die untere Flamme sehr leicht auf einem beliebigen Orte zu erhalten ist.

Fig. 3.

4. Die Verbrennung von Luft in Acetylen.

Dieser Versuch läfst sich in der von Heumann beschriebenen Vorrichtung zur Verbrennung von Luft in Leuchtgas[4]) ausführen. Der Apparat besteht bekanntlich aus einem oben mit einer in der Mitte durchlochten Messing- oder Drahtkappe bedeckten Glascylinder, der an seinem unteren Ende durch einen Kork verschlossen ist, in welchem zwei Glasröhren befestigt sind. Die eine dieser Röhren ist rechtwinklig gebogen und dient zur Einströmung des Gases, die andere ist gerade und dient zum Eintritte der Luft.

Zur Ausführung des Versuches wird das Acetylen sofort nach seinem Einströmen in den Cylinder entzündet; es erfolgt eine kleine Explosion, und die Luftflamme wird kurze Zeit darnach ohne weiteres Hinzuthun sichtbar. Es bedarf also zur Umkehrung der Acetylenflamme keiner besonderen Vorrichtung, und der Versuch gestaltet sich um so schöner, als die Luftflamme leuchtend ist und daher auch von gröfserer Entfernung aus deutlich sichtbar erscheint.

[4]) Heumann a. a. O. S. 140.

Demonstrationen über Wechselstrom und Drehstrom.

Von

Dr. **P. Spies** in Berlin.

Die Unterrichtszwecken dienenden Veröffentlichungen über Wechselstrom und Drehstrom beschränken sich, soweit mir bekannt ist, zumeist auf die Beschreibung schulmäfsiger Formen von Drehstromapparaten, in erster Linie also von Vorrichtungen, die gestatten, die Entstehung und die Wirkung eines Drehfeldes zu zeigen[1]). Neuerdings versucht man jedoch, auch den wichtigen Begriffen, die zur wissenschaftlichen Bearbeitung des neuen Gebietes dienen, pädagogisch näher zu treten[2]). Experimentell ist hier noch manches zu thun, wenn wir dahin kommen wollen, die Gesetze des Ein- und Mehrphasenstroms so übersichtlich demonstrieren zu können, wie dies beim Gleichstrom möglich ist. Über einige Erfahrungen, die ich nach dieser Richtung hin bei den in der Urania stattfindenden Vorträgen über Elektrotechnik gemacht habe, erlaube ich mir im folgenden zu berichten. Die betreffenden Versuche sind unter anderem dem VIII. naturwissenschaftlichen Ferienkursus für Lehrer an höheren Schulen vorgeführt worden[3]).

1. Wechselstrommaschinen. Bei der Besprechung der Gleichstrommaschinen wird heutzutage wohl jeder Lehrer von dem in einem magnetischen Felde bewegten geradlinigen Leiter ausgehen. Die einfachste Form einer Gleichstrommaschine liefert dann ein rechteckiger Bügel, der mit zwei Halbringen (Kollektor) versehen ist[4]). Dementsprechend besteht die einfachste Wechselstrommaschine aus einem derartigen Bügel, dessen beide Drahtenden mit je einem Ringe versehen sind. Die Versuche mit diesen beiden Bügeln pflege ich nur zu markieren.

Die gebräuchlichen Gleichstrommaschinen (mit Trommelanker) schliefsen sich an jene Vorrichtung eng an, bei den Wechselstrommaschinen ist dies weniger der Fall. Die hauptsächlichen Formen der letzteren lassen sich mit Hülfe einiger Drahtrollen und eines Galvanometers (ich benutze ein aperiodisches Milliampèremeter von Westonschem Typus, dessen Spiegelstreifen entfernt und durch eine Projektionsskala ersetzt ist) in folgender Weise veranschaulichen:

a) Zwei feste Rollen mit Eisenkernen, E und E_1 (Fig. 1), stehen einander so gegenüber, dafs die Windungen parallel und die Ströme gleich gerichtet sind. Eine dritte, mit dem Galvanometer G verbundene Drahtrolle D nimmt man in die Hand und führt sie so zwischen jenen beiden hindurch, dafs ihre Windungen ebenfalls parallel zu denen der festen Rollen sind (ältere Siemens-Maschine).

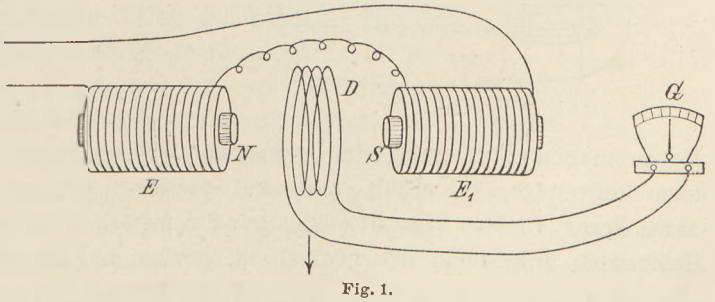


Fig. 1.

[1]) Vgl. d. Zeitschr. *V 157, 186, 189, VI 7, 53, 55, IX 274, X 93, 150, XI 136, 163.*

[2]) Siehe z. B. Bott, *Jahresbericht des Leibnizgymnasiums, Berlin 1898.*

[3]) Siehe *„Naturwissenschaftliche Wochenschrift" 1898 No. 32.*

[4]) G. Kapp, *Elektrische Kraftübertragung. 2. Aufl. pag. 53.* E. Grimsehl, d. Zeitschr. *VI 240.* P. Szymański ebd. *VII 10, VIII 339.*

b) Die induzierenden Elektromagnete stehen neben einander, der eine mit dem Nordpol, der andere mit dem Südpol nach oben. Die Windungen liegen also in wagerechten Ebenen. Die induzierte Rolle führt man der Reihe nach über diese Pole hinweg. Auch sie ist bekanntlich neuerdings fast immer mit einem Eisenkern versehen, und die Anordnung ist in der Regel noch insofern die umgekehrte, als die induzierten Rollen ruhen, während ein Kranz von Feldmagneten gedreht wird (Heliosmaschine). Fig. 2.

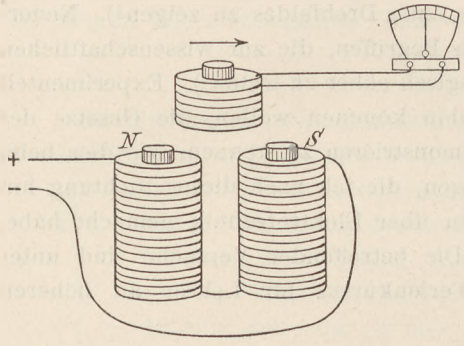


Fig. 2.

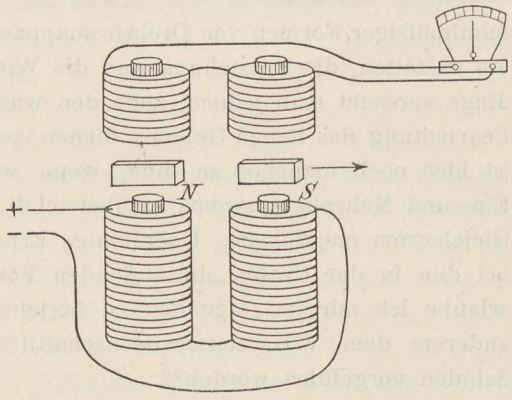


Fig. 3.

c) Beide Rollensysteme stehen fest. α) Ein beweglicher Eisenkern vermittelt Änderungen des Kraftlinienverlaufs und zwar ein An- und Abschwellen des Kraftlinienflusses. Fig. 3. β) Der bewegliche Eisenkern vermittelt einen Kraftlinienschlufs zwischen der induzierten Rolle und abwechselnd einem Nord- und Südpol. Fig. 4.

Die in der Praxis üblichen Formen haben selbstverständlich gedrängtere Anordnungen, um den Kraftlinienverlauf möglichst günstig zu gestalten.

d) Drehstrommaschinen kann man sich aus jedem der Fälle a, b, c dadurch entstanden denken, dafs auf dem Raume, auf dem eine induzierte Drahtrolle stand, drei Rollen Platz finden, die zunächst selbstständig, oder nur mit gleichliegenden Rollen verbunden sein mögen.

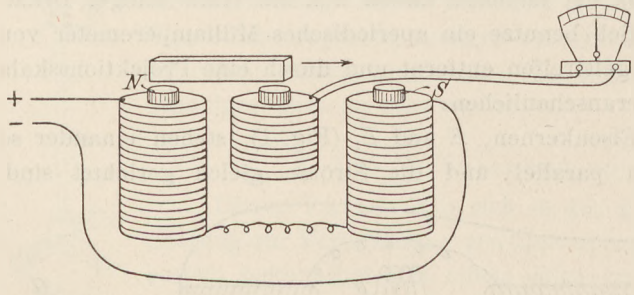


Fig. 4.

2. Mittlere und effektive Stromstärke. Eine Maschine mit Doppel-T-Anker und Kommutator speist eine Glühlampe; die mittlere Stromstärke wird an einem Galvanometer mit permanenter Magnetnadel gemessen. Wenn man nunmehr Akkumulatorenstrom anwendet, so erhält man bei gleicher gemessener Stromstärke ein viel schwächeres Licht. Um die gleiche Stromstärke zu erzielen, mufs man einen Gleichstrom anwenden, der etwa 10 % stärker ist, nämlich sich zu dem Strom der Maschine verhält wie $\sqrt{\frac{1}{2}} : \frac{2}{\pi}$. Das Galvanometer darf nicht durch einen Shunt auf geeignete Empfindlichkeit gebracht werden, weil der letztere dem schwankenden Strome gegenüber nicht mehr das gewöhnliche Shuntverhältnis besitzt. Wenn kein geeignetes Galvanometer zur Verfügung steht, kann man auch mit einem Knallgasvoltameter arbeiten und bestimmen, wieviel Gas bei gleicher Lichtstärke in einer gegebenen Zeit durch die eine und die andere Stromart geliefert wird.

An dieser Stelle erfolgt ein Hinweis auf die Hitzdrahtinstrumente, die ohne weiteres die in der Praxis zumeist gebrauchte Gröfse, die effektive Stromstärke, messen.

3. Transformation. Eine Wechselstromquelle von 100 V. Spannung steht mit einem entfernten Punkte des Saales durch eine dünne Leitung in Verbindung. Ein Versuch, daselbst acht parallel geschaltete Glühlampen zum Leuchten zu bringen, mifslingt; die Lampen leuchten schwach, während der Draht unter dem Einflufs eines Stromes von drei bis vier A. zum Glühen kommt. Wird auf 800 V. transformiert, und werden die Lampen in Serie geschaltet, so bleibt der nunmehr von 0,5 A. durchströmte Draht kalt, und die Lampen glühen hell. Es ist also auf diese Weise eine ökonomische Energieübertragung möglich. Ein Versuch mit einem zweiten Transformator, welcher die niedrige Spannung wieder herstellt, schliefst sich an. Übrigens läfst sich der letztere Versuch auch ohne Wechselstrommaschine mit Hülfe zweier Induktorien zeigen. Dabei wird in der Regel der hochgespannte Strom in der Fernleitung so schwach sein, dafs selbst ein Hitzdrahtinstrument, das nach Art des Riefsschen Lufthermometers gebaut ist, nur sehr wenig anzeigt; die mit der dickdrähtigen Rolle des zweiten Induktoriums verbundene kleine Glühlampe leuchtet hingegen hell. Unterbrecher und Kondensator des zweiten Induktoriums werden selbstverständlich ausgeschaltet.

4. Zusammensetzung von Strömen oder Spannungen. a) Von einer kleinen Drehstrommaschine der unter c β beschriebenen Art (Union E. G.) werden zwei selbstständige, um eine drittel Periode gegen einander versetzte Ströme entnommen und zur Speisung der primären Wicklung je eines Transformators benutzt. Die Spannung der sekundären Wicklung jedes einzelnen Transformators (etwa 800 V.) wird mit einem Braunschen Elektrometer gemessen, dem Diagramm (Fig. 5) entsprechend ergiebt sich als Resultierende von I und II wiederum die gleiche Gröfse III, also 800 V. Kommutiert man den Strom I, so ergiebt sich als Resultierende von I und II die Gröfse III′ gleich 800 $\sqrt{3}$ V.

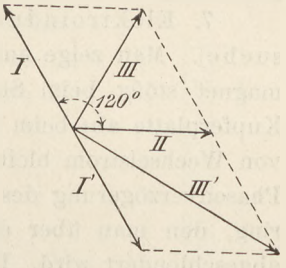


Fig. 5.

b) Unter Benutzung von allen drei Stromsystemen, also mit Hülfe von 6 Leitungen, werden drei Glühlampen gespeist. Die drei blanken Rückleitungen werden nun mittels einer Zange zu einer einzigen zusammengefafst. Es ist zunächst klar, dafs dieser Versuch in derselben Weise und aus denselben Gründen ausführbar ist, wie etwa die gemeinsame Erdrückleitung mehrerer Telegraphenlinien. Die in der gemeinsamen Rückleitung vorliegende Stromstärke ist jedoch gleich Null (Fig. 6). Man erinnere hier an den bekannten Satz der Mechanik, nach welchem die Resultierende beliebig vieler, symmetrisch um einen Punkt verteilter gleicher Kräfte gleich Null ist. Die Stromlosigkeit kann bestätigt werden, wenn man nur an der Maschine und andererseits an den Lampen die betreffenden drei Enden zusammengefafst hält, also hier geeignete Drahtklemmen aufsetzt und dann das Mittelstück der Leitung fortschneidet (Sternschaltung).

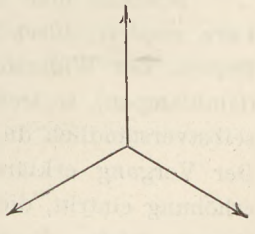


Fig. 6.

5. Kraftlinien. Ein stabförmiger Elektromagnet (primäre Rolle eines grofsen Induktoriums) mit geteiltem Eisenkern wird mit Wechselstrom gespeist. Ein Telephon mit Schalltrichter ist mit einer kleinen Drahtrolle verbunden; diese letztere gestattet ein Absuchen des Magnetfeldes, z. B. durch die Stärke des Tons ein Urteil über die Dichte der Kraftlinien. Wenn das Telephon schweigt, stimmt die Kraftlinienrichtung mit der Windungsebene überein. Durch einen angenäherten, in sich geschlossenen

Leiter kann man wieder Kraftlinien in die Prüfrolle hineindrängen; umgekehrt kann man auch mit Hülfe einer Kupferplatte Kraftlinien abschirmen (Analogie zu entsprechenden Hertzschen Versuchen).

6. Selbstinduktion. Man zeige zunächst die Wirkung der Selbstinduktion beim Ein- und Ausschalten von Gleichstrom. Beschickt man einen gröfseren Elektromagneten mit Strom, so steigt der Ausschlag eines eingeschalteten Ampèremeters nur langsam an, umgekehrt wird mit Hülfe einer Wippe der zuvor mit Strom beschickte Elektromagnet als Stromquelle für eine Glühlampe benutzt. Man verfehle nicht darauf hinzuweisen, dafs die in dem massiven Eisenkern induzierten Ströme die Erscheinung langsamer ablaufen lassen, wenngleich sie den allgemeinen Charakter nicht ändern. Bei einem empfindlicheren Reagens (Galvanometer) als die Glühlampe giebt der Elektromagnet noch Strom länger als 10 Sekunden nach Trennung von der Stromquelle.

Beim Wechselstrom schwächt die Selbstinduktion den Strom. Nachweis mit einer Drahtrolle, deren Strom einige Glühlampen durchfliefst. Diese leuchten je nach der Lage eines Eisendrahtbündels in der Rolle mehr oder weniger hell.

In entsprechender Weise wird durch Annäherung und allmähliche Belastung einer sekundären Rolle die Verringerung der Selbstinduktion durch Rückwirkung seitens des induzierten Stromes gezeigt. Die primäre Rolle nimmt also bei gleichbleibender Spannung desto mehr Strom auf, je mehr man die sekundäre Rolle mit parallel geschalteten Lampen belastet (Energieverteilung mittels Transformatoren).

7. Elektroinduktive Anziehung und Abstofsung (Thomsonsche Versuche). Man zeige auch hier zuerst die Versuche mit Gleichstrom: Ein Gleichstrommagnet stöfst beim Stromschlufs eine über ihm an einem Wagebalken hängende Kupferplatte ab; beim Unterbrechen des Stromes erfolgt Anziehung. Bei Anwendung von Wechselstrom bleibt bekanntlich wegen der durch Selbstinduktion verursachten Phasenverzögerung des induzierten Stromes eine Abstofsung übrig, so dafs ein Kupferring, den man über den bei 5 benutzten Elektromagneten streift, sehr energisch abgeschleudert wird. Die Wärmewirkung, welche in dem Kupferring auftritt, demonstriere ich, indem ich den letzteren aus Rohr herstelle und mit Hülfe eines Ansatzstutzens mit Wasser fülle. Dieses kommt in wenigen Sekunden zum Kochen, so dafs der den Stutzen verschliefsende Kork herausgeschleudert wird.

Schliefst man eine Drahtrolle, die oberhalb des Elektromagneten hängt, nicht kurz, sondern durch einen Widerstand, so ist die Abstofsung entsprechend schwächer. Besteht der Widerstand aus einem Stoffe, der bei stärkerem Strom besser leitet (Glühlampen), so treten pendelnde Schwingungen der Drahtrolle ein; dabei leuchten selbstverständlich die Lampen heller, wenn die Rolle nahe am Elektromagneten steht. Der Vorgang erklärt sich dadurch, dafs in diesem Augenblicke eine Temperaturerhöhung eintritt, die nicht sofort wieder verschwindet. Sobald also aus irgend einem Grunde kleine Pendelschwingungen vorhanden sind, entstehen in den Lampen Temperaturschwankungen, die aber in der Phase hinter jenen Schwingungen zurückbleiben. Man erkennt leicht, dafs infolge dessen die abstofsenden Kräfte immer während der Periode des Zurückschwingens stärker sind als beim Vorschwingen, so dafs also die einmal begonnene schwache Schwingung immer stärker wird.

Schliefst man die Drahtrolle nicht durch einen Leiter, sondern durch Kapazität, so erfolgt Anziehung, ein Beweis für das Voreilen des Kapazitätsstromes. Wendet man endlich gleichzeitig Kapazität und Leitung an, so läfst sich eine Compensation der Art erreichen, dafs weder Anziehung noch Abstofsung erfolgt.

Das Barometer mit unvollkommenem Vakuum.

Von

E. Grimsehl zu Cuxhaven.

Enthält der Raum über dem Quecksilber in einem Barometer eine geringe Luftmenge, so ist der Stand des Quecksilbers natürlich niedriger, als er sein würde, wenn das Vakuum vollkommen wäre, da die vorhandene Luft auf das Quecksilber einen Druck ausübt. Dieser Druck ändert sich aber mit dem Stande des Quecksilbers; er wird um so geringer, je tiefer das Quecksilber im Rohre fällt, weil dann die Luft einen gröfseren Raum einnimmt als bei hohem Barometerstande.

Es treten ganz lehrreiche Beziehungen auf, wenn man die Höhe der Quecksilbersäule in einem Barometer mit unvollkommenem Vakuum berechnet. Da diese Berechnung in den mir bekannten Physikbüchern nirgends durchgeführt ist, habe ich geglaubt, dem einen oder anderen Kollegen einen Dienst damit zu erweisen, wenn ich die Berechnung hier ausführe, besonders deshalb, weil das Problem auch manchen geeigneten Stoff für Schulaufgaben bietet.

1. Barometerstand im Barometer mit unvollkommenem Vakuum.

Es bedeute: a die Länge des ganzen Rohres, gemessen vom äufseren Quecksilberniveau bis zum geschlossenen Ende des Barometerrohres, y die Höhe der Quecksilbersäule, x den äufseren Luftdruck, l die Länge des Rohres über dem Quecksilber, p den von der eingeschlossenen Luft auf das Quecksilber im Rohre ausgeübten Luftdruck. Alsdann bestehen die drei Gleichungen:

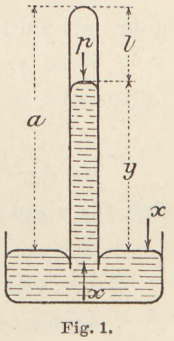


Fig. 1.

$$1)\quad p \cdot l = \tfrac{1}{4} k^2.$$
$$2)\quad x - y = p.$$
$$3)\quad a - y = l.$$

Die erste Gleichung folgt aus dem Mariotteschen Gesetz; die Gröfse $\frac{1}{4} k^2$ ist eine Constante, deren Wert von der im Rohr eingeschlossenen Luftmenge abhängt. Der Constanten ist die Form $\frac{1}{4} k^2$ gegeben, weil die sich ergebenden Formeln dann eine bequeme Form annehmen. Die zweite Gleichung drückt eine Beziehung aus zwischen den herrschenden Drucken, wenn der Luftdruck immer durch die Länge einer Quecksilbersäule gemessen wird. Die dritte Gleichung ist eine einfache Beziehung zwischen den Längen.

Werden aus diesen drei Gleichungen p und l eliminiert, so entsteht die Gleichung

$$4)\quad y^2 - xy - ay + ax - \tfrac{1}{4} k^2 = 0.$$

Rechnet man aus dieser Gleichung y aus, so folgt

$$5)\quad y = \tfrac{1}{2}\left(a + x \pm \sqrt{k^2 + (a - x)^2}\right).$$

Die Entscheidung über das Vorzeichen der Wurzel folgt aus der Überlegung, dafs für $k = 0$, also für den Fall, dafs das Vakuum ein vollkommenes wird, $y = x$ werden mufs. Hieraus ergiebt sich der negative Wurzelwert, also ist

$$6)\quad y = \tfrac{1}{2}\left(a + x - \sqrt{k^2 + (a - x)^2}\right)$$

oder

$$y = \tfrac{1}{2}\left(a + x - (a - x)\sqrt{1 + \left(\frac{k}{a - x}\right)^2}\right),$$

wenn $a \gtrless x$ ist. Der Fall $a = x$ wird weiter unten besonders behandelt. Da der

Ausdruck $\left(\frac{k}{a-x}\right)^2$ sicher positiv ist, so ist $\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}$ sicher gröfser als 1, man kann demnach setzen $\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}=1+R$, wo R irgend einen positiven Wert hat; hieraus folgt

$$y=\tfrac{1}{2}(a+x-(a-x)(1+R)).$$

$$7)\quad y=x-\frac{(a-x)\cdot R}{2}.$$

Der Ausdruck $(a-x)$ ist bei einem Barometer positiv, woraus sich die Beziehung ergiebt

$$y<x.$$

Das heifst: Der Barometerstand ist bei einem Barometer mit unvollkommenem Vakuum niedriger als bei einem gewöhnlichen Barometer, bei dem $y=x$ ist. Dieses Resultat war schon bekannt.

Wenn keine Luft im Rohre ist, so ist $k=0$, dann wird $y=x$, d. h. wir haben ein gewöhnliches Barometer.

Es wird $y=0$, wenn nach Gleichung 6)

$$a+x=\sqrt{k^2+(a-x)^2}$$

wird. Das ergiebt

$$x\cdot a=\frac{k^2}{4}.$$

Unter Berücksichtigung der Gleichung 1) $p\,.\,l=\tfrac{1}{4}k^2$ heifst dies, dafs das ganze Rohr mit Luft vom äufseren Luftdrucke gefüllt ist.

Wird $x=0$, steht also das Barometer unter dem evakuierten Recipienten einer Luftpumpe, so wird

$$8)\quad y=\tfrac{1}{2}(a-\sqrt{a^2+k^2}).$$

Da der Wurzelausdruck gröfser als a ist, solange Luft im Rohre ist, so ergiebt sich für y ein negativer Wert; das Quecksilber steht also im Rohre tiefer als draufsen.

2. Änderung des Barometerstandes bei Änderung des Luftdruckes.

Ändert sich der Luftdruck x und nimmt er den Wert $x+\Delta x$ an, so ändert sich auch der Barometerstand y und nimmt den Wert $y+\Delta y$ an. Aus der Gleichung 4) folgt dann

$$(y+\Delta y)^2-(x+\Delta x)(y+\Delta y)-a(y+\Delta y)+a(x+\Delta x)-\tfrac{1}{4}k^2=0.$$

Werden in dieser Gleichung die Klammern aufgelöst und wird von der dann entstehenden Gleichung die Gleichung 4) subtrahiert, so folgt

$$2y\Delta y-x\Delta y-y\Delta x-\Delta x\Delta y-a\Delta y+a\Delta x=0,$$

oder hieraus:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x}=\frac{y-a-\Delta y}{2y-x-a}.$$

Nimmt man nun die Änderungen Δx und Δy sehr klein, so kann man Δy rechts vernachlässigen und erhält $y'=\frac{dy}{dx}=\frac{y-a}{2y-x-a}$. Setzt man in diesem Ausdrucke für y den Wert aus Gleichung 6) ein und vereinfacht, so wird

$$9)\quad y'=\tfrac{1}{2}\left(1+\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}}\right).$$

Denselben Ausdruck erhält man natürlich auch durch einfache Bildung des Differentialquotienten aus Gleichung 6). Der Wurzelausdruck ist wieder sicher gröfser als 1, daher ist $\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{k}{a-x}\right)^2}} < 1$, woraus weiter folgt, dafs $y' < 1$ ist.

Dieser Ausdruck besagt, dafs die Änderung des Barometerstandes bei einem Barometer mit unvollkommenem Vakuum geringer ist als bei einem Barometer mit vollkommenem Vakuum, denn bei letzterem ist $y = x$, also $y' = 1$.

Während also das Quecksilber im Barometer mit unvollkommenem Vakuum stets niedriger steht, ändert sich der Barometerstand bei Änderung des äufseren Luftdruckes weniger, als beim Barometer mit vollkommenem Vakuum. Das erstere ist also unempfindlicher als das letztere.

3. Barometerstandskurve.

Beim gewöhnlichen Barometer ist die Barometerstandskurve eine gerade Linie, welche durch den Coordinatenanfangspunkt geht und die Achsen unter 45° schneidet, weil hier $y = x$ ist.

Für unser Barometer gilt aber die Gleichung 4)

$$y^2 - x\,y - a\,y + a\,x - {}^1/_4\,k^2 = 0.$$

Diese Gleichung stellt eine Hyperbel dar.

Um die Hyperbel näher zu bestimmen, formen wir die Gleichung folgendermafsen um

$$(y - x)\,y - a\,(y - x) - {}^1/_4\,k^2 = 0$$

oder

$$(y - a)\,(y - x) - {}^1/_4\,k^2 = 0.$$

Setzt man $a - y = \xi$ und $x - y = \eta$, so ist

$$10)\quad \xi\,\eta = {}^1/_4\,k^2.$$

Dieses ist die Gleichung einer Hyperbel mit der Potenz $^1/_2\,k$, bezogen auf ihre beiden Asymptoten ξ und η, deren Gleichungen in Bezug auf die Achsen x und y $\xi = 0$ und $\eta = 0$ sind, oder unter Benutzung der Werte von ξ und η

$$11)\quad y = a \text{ (I. Asymptote) und}$$
$$12)\quad x = y \text{ (II. Asymptote).}$$

Die physikalische Bedeutung der ersten Asymptote ist die, dafs bei wachsendem äufseren Luftdruck sich der Barometerstand immer mehr und mehr dem höchsten Punkte der Röhre nähert, ohne denselben zu erreichen, weil die Luft im Rohre immer mehr und mehr zusammengedrückt wird, ohne ganz zu verschwinden.

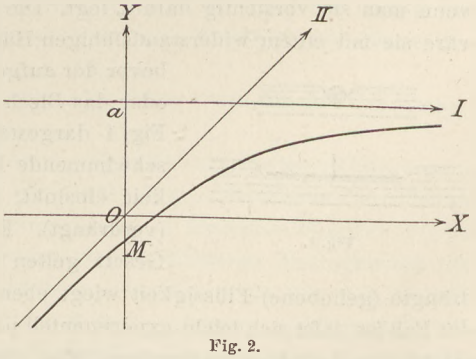


Fig. 2.

Bei abnehmendem Luftdruck nähert sich die Kurve immer mehr der zweiten Asymptote. Bei dem äufseren Luftdruck Null erreicht die Kurve den Punkt M, und es ist nach Gleichung 8) $OM = {}^1/_2\,(a - \sqrt{a^2 + k^2})$.

Um auch negative Drucke darzustellen, mufs man das Barometerrohr so einrichten, dafs man dasselbe aus dem Gefäfse weiter herausziehen kann. Dann bewirkt die gewissermafsen saugend wirkende Quecksilbersäule eine weitere Abnahme des Druckes unter Null herunter. Der Barometerstand nähert sich dann immer mehr und

mehr der zweiten Asymptote $y = x$. Das bedeutet, dafs der Barometerstand sich immer mehr dem Stande eines Barometers mit vollkommenem Vakuum nähert. Thatsächlich wird ja auch die Luft im Rohr immer mehr verdünnt, und das unvollkommene Vakuum nähert sich dem vollkommenen Vakuum.

Die Coordinaten ξ und η haben eine sehr einfache physikalische Bedeutung. Vergleicht man die Werte für ξ und η mit den Gleichungen 2) und 3), so folgt

$$\xi = l \text{ und } \eta = p$$

und so stimmt die Gleichung der Hyperbel $\xi\eta = {}^1/_4 k^2$ vollkommen mit der Anfangsgleichung 1) $p \,.\, l = {}^1/_4 k^2$ überein. Man kann demnach die ganze Behandlung des Problems auch so vornehmen, dafs man die geometrische Bedeutung der Gleichung $p \,.\, l = {}^1/_4 k^2$ an die Spitze stellt und nun geometrisch weiter schliefsend zu denselben Ergebnissen kommt, die im vorhergehenden algebraisch gefunden sind.

Die Potenz der Hyperbel, also der Wert ${}^1/_2 k$, hat auch noch eine physikalische Bedeutung. Setzt man in der Gleichung 6)

$$y = {}^1/_2 \left(a + x - \sqrt{k^2 + (a - x)^2}\right)$$

für x den Wert $x_0 = a$ ein, so wird

$$y_0 = {}^1/_2 \left(a + a - \sqrt{k^2}\right) = a - {}^1/_2 k.$$

Hieraus folgt

$${}^1/_2 k = a - y_0$$

und da nach Gleichung 3) $a - y = l$ ist, so bedeutet ${}^1/_2 k$ die Länge der Luftsäule, die die eingeschlossene Luft bildet, wenn die Länge des Barometerrohres gleich der Höhe einer Quecksilbersäule ist, die dem äufseren Luftdrucke das Gleichgewicht hält. Unter diesen Umständen ist dann aber auch $p = {}^1/_2 k$, also ist die Potenz der Hyperbel gleichzeitig durch die Länge der Luftsäule und durch den herrschenden Druck dargestellt.

Die Giltigkeit des Archimedischen Prinzipes für Schwimmen durch Oberflächenspannung.

Von

Hans Hartl in Reichenberg (Deutschböhmen).

Bekanntlich schwimmen Stahlnadeln, dünne Bleche u. dgl. auf der Wasseroberfläche, wenn man sie vorsichtig darauf legt. Die Oberfläche des Wassers verhält sich dabei so, als wäre sie mit einem widerstandsfähigen Häutchen überzogen, das erst zerrissen werden mufs, bevor der aufgelegte Körper untersinken kann. Solange die Nadel oder das Blech schwimmt, zeigt die Flüssigkeitsoberfläche die in Fig. 1 dargestellte Gestalt, aus welcher man ersieht, dafs der schwimmende Körper bis zu einer gewissen Tiefe in die Flüssigkeit einsinkt, also eine bestimmte Menge der Flüssigkeit hebt (verdrängt). Es liegt nahe, dafs auch hier das Archimedische Gesetz gelten wird: die von dem schwimmenden Körper verdrängte (gehobene) Flüssigkeit wiegt eben so viel wie der schwimmende Körper. Dafs dies der Fall ist, läfst sich leicht experimentell nach dem im *VIII.* Jahrgange dieser Zeitschrift *S. 207* erläuterten Verfahren nachweisen. Man nimmt (Fig. 2) ein cylindrisches Glas C (Batterieglas) von ca. 14 cm lichter Weite, an welchem mittels einer Klemme k der Krummheber h befestigt ist. Füllt man C mit Wasser und saugt dann den Heber an, so wird so viel Wasser abfliefsen, bis das Niveau mit der äufseren Hebermündung in derselben Horizontalen liegt. Dann hört

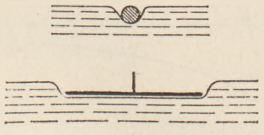


Fig. 1.

das Fliefsen auf, der Heber aber bleibt gefüllt. Wenn man nun einen Körper in das Wasser taucht, so steigt das Niveau, der Heber beginnt wieder zu funktionieren und führt das gehobene Wasser ab, das in einem Becherglase aufgefangen wird. Durch dieses einfache Verfahren kann die gehobene (verdrängte) Wassermenge sehr genau bestimmt werden. Es ist aber nötig, dafs eine beträchtliche Wassermenge gehoben wird, damit der Heber überhaupt wieder zu funktionieren beginnt. Dies hängt jedenfalls mit der Oberflächenspannung an der freien Hebermündung O, an welcher sich eine convexe Oberfläche ausbildet, zusammen. Hat aber einmal das Fliefsen des Wassers begonnen, so wird das gesamte gehobene Wasser durch den Heber übergeführt.

Nach diesen Bemerkungen will ich zum eigentlichen Gegenstande zurückkehren. Als Schwimmer benutze ich eine Kreis-Scheibe aus Stahlblech von 100 mm Durchmesser und dem Gewichte $G = 19{,}13$ g. Dieselbe trägt in der Mitte einen kleinen Stift S, der als Handhabe beim Auflegen der Scheibe dient. Die Scheibe schwimmt, wenn sie nicht allzu hastig auf das Wasser gelegt wird, sicher auf demselben, kann sogar noch mit Gewichten (bis zu 10 g) belastet werden, ohne unterzusinken. Aufserdem halte ich für den Versuch einen Cylinder m aus Pockholz bereit, an welchem ein feiner Draht d angebracht ist. Die Wasserverdrängung dieses Cylinders ist nach obigem Verfahren zehnmal hinter einander bestimmt worden, und es ergab sich daraus der Mittelwert 48,53 g. Nachdem die Vorrichtung nach Fig. 2 bereitgestellt ist, wird ein leeres Becherglas b, das auf einer nebenstehenden Wage austariert worden ist, unter den gefüllten Heber h gebracht. Hierauf wird der Cylinder m eingesenkt. Das gehobene Wasser beginnt durch den Heber langsam abzufliefsen, und während dessen wird nun auch die Blechscheibe S auf die Oberfläche gelegt. (Indem man von unten gegen die Oberfläche sieht, kann man sich überzeugen, dafs sich keine Luftblasen unter der Scheibe befinden.) Man wartet nun so lange, bis das Wasser zu fliefsen aufhört, bringt das Becherglas mit dem aufgefangenen Wasser wieder auf die Wagschale und wägt das Wasser ab.

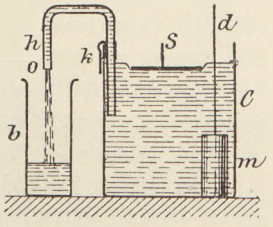


Fig. 2.

Dieses Wasser, vermindert um das durch den Cylinder m verdrängte Wasser (48,53 g), giebt das durch die schwimmende Blechscheibe gehobene Wasser an.

In 8 Versuchen wog das im Becherglase aufgefangene Wasser:

67,40 g 67,65 g 67,56 g 67,85 g 67,30 g 67,65 g 67,95 g 67,75 g,

so dafs nach Abzug des vom Pockholzcylinder verdrängten Wassers für das durch die Blechscheibe gehobene Wasser verbleibt:

18,87 g 19,12 g 19,03 g 19,32 g 18,77 g 19,12 g 19,42 g 19,22 g.

Man sieht, dafs diese Werte, deren arithmetisches Mittel $= 19{,}12$ ist, nur wenig von dem Gewichte der Scheibe (19,13 g) abweichen, und dafs sich ihr Mittelwert mit diesem Gewichte nahezu deckt.

Die Giltigkeit des Archimedischen Gesetzes erscheint daher auch für das Schwimmen durch Oberflächenspannung experimentell erwiesen.

Ich habe die Versuche in mannigfacher Art variiert, indem ich verschiedene Hülfskörper m und verschiedene Metallscheiben verwendete. Die absoluten Werte der Fehler, die offenbar von der Benetzung der Gefäfswände herrühren, bewegten sich in denselben Grenzen wie bei den oben angegebenen Versuchsresultaten, erschienen also bei leichteren Blechscheiben procentuell höher. Es empfiehlt sich daher, bei Durchführung des Versuches die oben angegebenen Dimensionen der Scheibe zu wählen. Die Dicke derselben beträgt nicht ganz 0,4 mm. Die ganze Vorrichtung nach Fig. 2 kann durch den Mechaniker Jul. Antusch in Reichenberg, Deutschböhmen, bezogen werden.

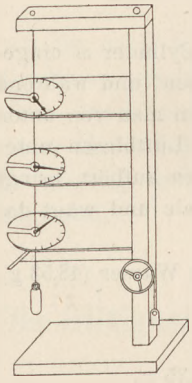
Kleine Mitteilungen.

Spannungsabfall (Potentialdifferenz).

Von Prof. **W. Weiler** in Eßlingen.

Daß die Spannung des elektrischen Stromes mit der Länge der Leitung, d. h. mit dem Widerstande und mit der Stromstärke abnimmt, läßt sich am einfachsten an den Spannungsmessern einer größeren Beleuchtungsanlage ablesen; allein für den Unterricht dürfte sich diese Gelegenheit nur in seltenen Fällen darbieten. Mit feinen Instrumenten kann man freilich diesen Verlust schon an Leitungen aus Drähten von einigen Metern Länge nachweisen; aber nur in wenigen physikalischen Kabinetten wird man diese Apparate finden. Doch auch da, wo sie vorhanden sind, wird man mit Nutzen den elektrischen Vorgang durch einen ähnlichen mechanischen versinnlichen. Eine Drahtspirale, senkrecht aufgehängt und mit verschiedenen Gewichten belastet, zeigt, daß für dieselbe Spirale die Verlängerungen mit den Gewichten zunehmen, wie der Spannungsverlust für dieselbe Leitung mit der Stromstärke wächst; die halb so lange Spirale erleidet mit demselben Gewichte die halbe Verlängerung, der Spannungsverlust nimmt somit mit der Verkürzung der Leitung ab. Zwei Spiralen, mit denselben Gewichten gestreckt, veranschaulichen, wie der Spannungsverlust mit dem wachsenden Querschnitt der Leitung abnimmt.

In diesen Versuchen wird der elektrische Widerstand mit dem Bruchwiderstand, dagegen in der Vorrichtung, den die beigegebene Figur darstellt, mit dem Drehungswiderstand in Parallele gesetzt. Ein Draht, der in einem Gestelle befestigt ist, wird durch ein Gewicht gespannt, nur damit er seine Richtung beibehält; in gleichen Abständen trägt er Zeiger, die über Kreisteilungen schweben; unter der untersten Kreisteilung ist ein Hebel angelötet, von dem aus ein Faden über eine Rolle läuft. Hängt man Gewichte an diesen Faden, so weisen die Zeiger von oben nach unten wachsende Spannung nach. Verschiedene Gewichte, verschiedenen Stromstärken entsprechend, bewirken verschiedene Zeigerstellungen und ein dickerer Draht wird mit demselben Drehungsgewichte geringeren Spannungsabfall erkennen lassen als der gleichlange dünnere. Aus den Versuchen mit beiden Vorrichtungen findet man $e = i \cdot r$. Will man noch mit verschiedenen Materialien operieren, so läßt sich auch die Formel nachweisen: $e = \varrho \cdot \frac{L}{Q} \cdot i$, worin ϱ den spezifischen Leitungswiderstand, L die Länge, Q den Querschnitt und i die Stromstärke bedeuten.



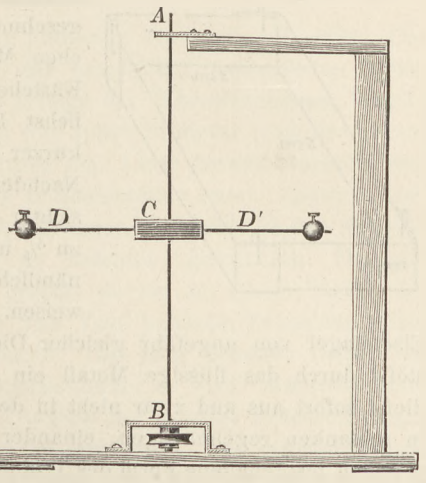
Bei dieser Torsion des cylindrischen Drahtes verwandelt sich jede Längslinie in eine Schraubenlinie. Es ist dabei der Torsionswinkel φ direkt proportional dem einwirkenden Drehmoment Pa und der Länge des Stabes, umgekehrt proportional dem Coefficienten der Torsion T, der nur von der Substanz abhängt und der vierten Potenz des Radius: $\varphi = \frac{Pa \cdot L}{T \cdot r^4}$ und $Pa = \varphi \cdot T \cdot \frac{r^4}{L}$. Die zurückdrehende elastische Kraft ist dem Torsionswinkel direkt, der Länge aber umgekehrt proportional. Drehungswinkel φ und Spannungsabfall e sind also vergleichbare Größen, ebenso Drehmoment Pa und Stromstärke i, die Länge tritt in beiden Formeln auf; das Produkt aber aus dem Coefficienten der Torsion und der vierten Potenz des Radius r und der Querschnitt Q entsprechen einander nicht völlig.

Ausbalancieren von Maschinenachsen.

Von Dr. **H. J. Oosting** in den Helder.

Als Nebenapparat für die Schwungmaschine, im besonderen zur Erläuterung des Ausbalancierens von Maschinenachsen, verwende ich die nachstehend abgebildete Vorrichtung. AB ist eine Stricknadel, etwa 35 cm lang und 2,5 mm dick, auf deren Mitte ein kleiner Holz-

cylinder C angebracht ist. Darin stecken zwei gleichlange Stücke D und D' einer Stricknadel, die senkrecht auf AB stehen und durch den Holzcylinder bis zu AB gehen. Bei A und B läuft AB durch doppelt-konische Öffnungen in Messingplatten, die in der gezeichneten Weise an einem hölzernen Gestell befestigt sind. An dem Unterende ist auf AB eine Rolle befestigt, um AB in Drehung versetzen zu können.



Werden zwei gleiche messingene Kugeln auf D und D' in gleicher Entfernung von AB festgeklemmt, so biegt sich AB bei Drehung nicht; wenn aber die Entfernungen der Kugeln von AB nicht einander gleich sind, sieht man während der Drehung AB sich ausbiegen. Auch kann man auf der einen Seite zwei gleiche Kugeln nehmen, die jedoch, wenn AB sich nicht biegen soll, nebeneinander in einer Entfernung von AB festgeklemmt werden müssen, die halb so grofs ist als die der Kugel auf der anderen Seite.

Zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Gasen.

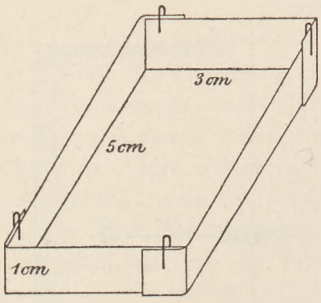
Von Dr. **A. Schmidt** in Friedenau-Berlin.

Zu dem Versuch, die Schallgeschwindigkeit in Gasen dadurch zu untersuchen, dafs man Pfeifen damit anbläst, giebt Weinhold in den physikalischen Demonstrationen mehrere Vorsichtsmafsregeln an, unter denen der Versuch gelingt. Ohne alle Kunstgriffe kommt man aber zum Ziel, wenn man kleine Pfeifen verwendet, Orgelpfeifen von c_3 an aufwärts, oder noch einfacher kleine Trillerpfeifen; wie man sie in jedem Spielwarengeschäft erhält. Der Unterschied der Tonhöhe bei Luft und Leuchtgas ist deutlich erkennbar. Wasserstoff oder Leuchtgas und Kohlensäure können sehr gut auch dadurch verglichen werden, dafs man zwei Pfeifen, deren Töne gleich sind oder um eine Oktave auseinander liegen (ich hatte e_3 und e_4 zur Verfügung), zuerst beide mit demselben Gas anbläst, um die Consonanz zu zeigen, und dann gleichzeitig die eine mit Kohlensäure, die andere mit Leuchtgas oder Wasserstoff, endlich beide nach Vertauschung der Gase. Die Vergröfserung oder Verkleinerung des Intervalles fällt sehr leicht auf. Der Druck, unter dem das Gas in der Gasleitung am Tage, in einem Kippschen Apparat oder einer einfachen Gasentwicklungsflasche steht, reicht völlig aus. Beim Kippschen Apparat oder der Gasentwicklungsflasche ist es allerdings erforderlich, durch Schliefsen des Hahnes oder Zusammendrücken des Schlauches die Säure im Zuleitungsrohr hoch zu treiben, um für einige Sekunden hinreichenden Druck zu haben.

Für die Praxis.

Schmelzen von Metall in Papierhüllen. Von Prof. Looser in Essen. In den meisten Lehrbüchern der Physik steht bei Gelegenheit der guten und schlechten Wärmeleiter, dafs man Metall in Papierbehältern schmelzen könne. Bislang habe ich vergeblich nach einer Anleitung gesucht, auch noch keinen Physiker getroffen, der den jedenfalls lehrreichen Versuch schon gemacht hätte. Ich glaube, manchem wird deshalb die folgende Anordnung, zu der Verfasser nach einigen vergeblichen Versuchen kam, willkommen sein. Man schneidet sich aus gutem Zeichenpapier ein Rechteck $a\,b\,c\,d$ ca. 8 cm lang und 5 cm breit, biegt die Ränder ungefähr 1 cm hoch um (punktierte Linien $e\,e$) und trennt die Eckquadrate durch einen Schnitt (stark gezeichnete Linie), biegt sie um und schiebt zur Befestigung ein doppelt gelegtes Drahtstück f über, oder man fertigt sich kleine Klammern aus biegsamem Blech, die man mit der Greifzange recht fest zusammenpreſst. Die ganze Arbeit geht sehr rasch von statten und man wird gut thun, gleich mehrere Kästchen anzufertigen. Mittler-

weile hat man in einem Tiegel Schnelllot (Bleizinnlegierung der Klempner) ohne Überhitzung geschmolzen, gießt die Kästchen voll Metall und läßt erkalten. Um eine Überhitzung sicher zu vermeiden, werfe man, nachdem die Masse geschmolzen und die Flamme entfernt ist, noch einige Stückchen Metall hinein. Man hat jetzt nur nötig, ein solches Kästchen über einen kleinen Ring zu setzen und eine möglichst klein gehaltene Bunsenflamme unterzustellen. Nach kurzer Zeit ist das Metall in dem Schächtelchen geschmolzen. Nachdem dies geschehen, zieht man die Bunsenflamme vorsichtig weg und setzt an ihre Stelle ein nicht zu kleines bis zu $^4/_5$ mit Wasser gefülltes Becherglas. Es handelt sich jetzt nämlich darum, den flüssigen Zustand des Metalles nachzuweisen. Zu dem Zwecke feilt man eine Stricknadel oder einen Eisennagel von ungefähr gleicher Dicke möglichst spitz, faßt ihn mit der Greifzange und stößt durch das flüssige Metall ein Loch in den Boden des Papiergefäßes. Das Metall fließt sofort aus und zwar nicht in der Form des gewöhnlichen granulierten Bleies, sondern in schlanken regelmäßigen, einander fast congruenten Spindeln, die gestatten, nachher die plötzlich festgehaltene Form des Tropfens mit Mühe zu studieren und nebenbei einen schönen Anblick gewähren. Einige hängen manchmal noch durch dünne Fäden zusammen. Wegen der Durchstoßung darf man den untergesetzten Ring nicht so groß wählen, daß die Ecken des Kästchens abgleiten können. Beim Wiederumschmelzen sehe man zu, daß die früher erhaltenen Spindeln absolut trocken sind, weil sonst die Masse stark spritzt.



Selbstanfertigung von Akkumulatoren. Von W. Weiler in Eßlingen. Der Einsender hat sich schon viele Mühe gegeben, Akkumulatoren ihres hohen Preises und ihrer Vorzüge wegen selbst anzufertigen; er hat die Platten nach Planté und nach Faure behandelt, sie dazu mit der Feile rauh gehauen, sie gefaltet und gegossen; die Gußmodelle aber sind schwer anzufertigen und darum teuer, man ist also auf eine Form und Größe beschränkt. Es war ihm daher recht willkommen, daß die Firma Holzapfel und Hilgers in Berlin Glaskästen und zugehörige leere Gitter aus Hartblei, d. h. mit Antimon versetztem Blei, in den Handel brachte. Das Glasgefäß für Platten von $8^1/_2$ cm Breite und 12 cm Länge kostet 95 Pf., drei Platten dazu (1 positive und 2 negative) 66 Pf.; zu 4 Platten braucht man 1 Pfund Mennige zu 25 Pf., so daß eine Zelle ohne Schwefelsäure auf etwa 1,40 M. kommt. Bei Bezug von 100 Stück wird 10% Rabatt gegeben. Die Zelle wurde nun 4 Wochen lang nach Planté formiert, d. h. hin- und hergeladen und entladen und dann mit dem Mennigbrei auf Glasplatte bestrichen. Mit 3 Teilen reiner Schwefelsäure und 1 Teil Wasser wird ein dicker Brei mit dem Glasstab angerührt und nach etwa 24 Stunden auf die direkt aus der Flüssigkeit genommenen Platten gestrichen. Ist die Schwefelsäure zu verdünnt und die Mennige unrein, so wird die Masse gar nicht hart und fällt ab, wenn man sie in die Zelle bringt. Man hilft dem ab, indem man die getrocknete Platte mit weniger verdünnter Schwefelsäure mehrmals übergießt, bis die Masse endlich cementartig fest wird. Hat die Masse etwas angezogen, so streicht man die Platte von der Glasplatte langsam auf die Seite ziehend ab und läßt trocknen; etwa ungleichartig gebliebene Stellen gleicht man nachträglich aus; das Aufstreichen geschieht mit einem Glasstreifen. Bei der Ladung der Zellen mit galvanischen Elementen schaltet man diese auf Spannung und die Zellen auf Menge. Man ladet am schnellsten, wenn die Zahl der hintereinander geschalteten Elemente (Meidinger, Bunsen) das Vierfache beträgt von der Anzahl der hintereinander geschalteten Zellen. Ladet man mit der Lichtleitung, so rechne man 0,8 bis 0,9 A. auf 100 qcm der Plattenoberfläche. Man beachte übrigens die vielen Belehrungen, die diese Zeitschrift schon über Akkumulatoren gebracht hat. Ein Ladeumschalter ist in Fig. 69 und 70 des *„praktischen Elektrikers“* abgebildet.

Berichte.

1. *Apparate und Versuche.*

Über das Bolometer. Von S. P. LANGLEY (*American Journal of Science V, 241; 1898*). Der Verf. giebt eine Geschichte der Entwickelung des von ihm zuerst 1881 construierten Instruments. In diesem waren die Metallstreifen, welche die Zweige der Wheatstoneschen Brücke bildeten, aus Eisen von 0,001 bis 0,0001 Zoll Dicke. Es war schon in dieser primitiven Form weit empfindlicher als das beste Thermoelement; die durch eine Linse darauf concentrierten Wärmestrahlen des Mondes gaben eine Ablenkung von 40 Skalenteilen (mm). Später wurde das Eisen durch Platin ersetzt. In dem vom Verf. jetzt benutzten Bolometer ist der mittelste Streifen 0,1 mm breit. Die Präzision der Anwendung ist bedeutend gewachsen. Das alte Thermoelement konnte auf eine Stelle des Spektrums gesetzt werden mit einem Fehler, der einen Bruchteil eines Grades betrug. Das noch 1886 vom Verf. benutzte Bolometer setzte diesen Fehler auf den Bruchteil einer Bogenminute herab. Das jetzt benutzte Instrument giebt nur einen Fehler von wenig mehr als eine Bogensekunde; es wird vermittelst eines Uhrwerks durch das Spektrum bewegt und kann im Dunkeln mit gröfster Präzision eingestellt werden. Auch die Genauigkeit der Beobachtung ist sehr grofs. Der wahrscheinliche Fehler einer Galvanometerablesung betrug bei Untersuchung der Strahlung einer Argandlampe nur 0,03 bis 0,04 eines Prozents; und dies kann auch einer Schwankung in der Strahlung zugeschrieben werden. Die Empfindlichkeit des älteren Instruments war derart, dafs ein Strom von 0,000 000 000 5 A. in ein Meter Entfernung eine Ablenkung von 1 mm gab; bei dem jetzt benutzten wurde dieselbe Ablenkung schon mit einem Strom von 0,000 000 000 001 2 A. erzielt, so dafs sich die Empfindlichkeit um das 400 fache gesteigert hat. Das Bolometer zeigt gegenwärtig schon einen Temperaturunterschied von viel weniger als einem Zehnmillionstel Grad des hundertteiligen Thermometers an. *Schk.*

Ein neuer elektrischer Ofen. Die Firma R. W. PAUL, London, Hatton Garden, bringt einen elektrischen Ofen auf den Markt, den Herr W. CLARK FISHER vor einigen Jahren für seinen eigenen Gebrauch gebaut hat. (*Deutsche Mechaniker-Zeitung 1898, 97.*) Die Vorrichtung ist für Arbeiten mit dem Schmelztiegel, mit offenem Feuer, zum Schweifsen und Löten in gleicher Weise brauchbar, da sich die Kohlen nach jeder Richtung bewegen und unter einem beliebigen Winkel in jeder Ebene einstellen lassen. Der gufseiserne Rahmen, der die Kohlen trägt, bildet einen durchbrochenen Bogen, der aus zwei Teilen besteht und auf einer feuerbeständigen nichtleitenden Grundplatte aufgeschraubt ist. Die beiden Teile sind oben, wo sie zusammenstofsen, sorgfältig von einander isoliert. Die Kohlenhalter bewegen sich in Ringen und können durch Flügelschrauben in jeder beliebigen Stellung festgeklemmt werden; die Ringe sitzen an nichtleitenden Bolzen, die durch die Durchbrechung des Rahmens hindurchgehen und eine Einstellung in jeder beliebigen Höhe erlauben. Da die beiden Kohlenhalter vollkommen unabhängig von einander in ihren Bewegungen und von einander sowie von dem Rahmen sorgfältig isoliert sind, so kann man sie leicht zum Gebrauch am Schmelztiegel, für Schweifsen und Löten einstellen. Stellt man beide wagerecht oder den einen wagerecht und den andern lotrecht, so erhält man einen offenen Ofen u. s. w. Die Vorrichtung wird in zwei Gröfsen gebaut: für 10 bis 15 A und für 60 bis 80 A bei 50 bis 100 V. *H. H.-M.*

Das neue Grammophon von EMILE BERLINER zu Washington führte dessen Bruder Joseph Berliner auf der 6. Jahresversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker zu Frankfurt a. M. vor. *E. T. Z. XIX 614; 1898.* Die Aufnahme-Vorrichtung besteht aus einem wagerechten Tische, der durch ein Uhrwerk oder mit der Hand in gleichmäfsige Umdrehung versetzt wird. Auf diesem Drehtisch liegt eine Zinkplatte, die in folgender Weise aufbereitet ist. Die Zinkplatte wird auf Hochglanz poliert und mit einem Ätzgrund aus Wachsfett, einem Auszug aus reinem Bienenwachs mit Benzin, in ganzer dünner Schicht überzogen. Oberhalb der Zinkplatte ist ein Schalltrichter angebracht, dessen verjüngtes Ende eine $^1/_{10}$ mm starke

Glimmerplatte trägt, die in eine Messingdose gefafst ist. In der Mitte der Glimmerplatte und parallel zu ihr ist ein Hebel befestigt, der in eine scharfe Iridiumspitze endigt. Wird die Glimmerscheibe durch Schallwellen in Schwingungen versetzt, so führt die an dem Hebel befestigte Spitze diese Schwingungen in vergröfsertem Mafsstabe aus. Da diese Spitze auf der Zinkplatte aufliegt, so werden die Schwingungen in die Wachsfettschicht eingeschrieben, wobei der die Glimmerplatte tragende Arm langsam seitwärts fortbewegt wird. Infolgedessen werden die Schallwellen in den Wachsüberzug in Form einer Spirallinie eingeschrieben. Nach erfolgter Aufnahme wird die Zinkplatte 10—15 Minuten in ein Chromsäurebad gelegt und dadurch die Nadelspur in das Zink eingeätzt. Alsdann wird die übrige Wachsfettschicht entfernt, und die eingeätzten Riefen werden auf dem Drehtisch mittels einer Stahlnadel nachpoliert. Die so hergestellte Schallplatte wird nicht zur Wiedergabe benutzt, sondern auf galvanoplastischem Wege und durch Prägung vervielfältigt Die Wiedergabe-Vorrichtung besteht aus einem Drehtisch, auf den die Schallplatte aufgelegt wird, und aus einer Schalldose mit Stahlnadel und Schalltrichter. Bei Drehung der Schallplatte macht die Stahlnadel der Schalldose genau die gleichen Bewegungen, die die Nadel bei der Aufnahme gemacht hat; daraus ergiebt sich, dass die Schwingungen der Schalldosen-Membran ebenfalls damit übereinstimmen, und folglich auch die erzeugten Töne genau den bei der Aufnahme aufgeschriebenen entsprechen. Mit dem Grammophon können Schallwellen jeder Art aufgenommen werden. Die Klangfarbe bleibt unverändert und die Lautstärke ist hervorragend. Über die ältere Form des Grammophons aus dem Jahre 1888 vergl. d. Zeitschr. *II 98*. *H. H.-M.*

Neue Fallversuche, zu denen die lehrreichen Versuche des verstorbenen A. N. LIUBIMOFF die Anregung gaben, beschreibt ROBERT NEUMANN in den *Period. Blättern f. d. naturk. u. math. Schulunterricht V 44*; *1898*. Auf dem Kästchen von NEUMANNS Fallmaschine (d. Zeitschr. *XI 179*) wird ein Brettchen aufgeschraubt und eine Holzkugel *c* (Fig. 1) an dem etwas abgeschrägten Ende einer weiten daran befestigten Glasröhre *R* durch den Stift *s* am Herabrollen gehindert. Die Kugel bleibt während des Falles auch nach dem Verlassen des Stifts an ihrem Orte und rollt erst herab, wenn die Fallbewegung aufhört. Der andere Versuch zeigt, dafs ein Heronsball während des Falles zu springen beginnt. Man befestigt den Heronsball an der Fallvorrichtung und bläst mittels eines Schlauches langsam so viel Luft ein, dafs ihr Druck auch nach dem Entfernen des Schlauchs das Röhrchen *s* (Fig. 2), das in eine feine, etwas nach vorn gebogene Spitze ausgezogen ist, gefüllt erhält. Das Wasser kann man etwas färben. Der Druck der Wassersäule und die Spannkraft der Luft in dem Fläschchen halten einander das Gleichgewicht. Während des Falles verschwindet der Druck der Wassersäule und die Spannkraft der Luft treibt das Wasser aus der Öffnung heraus. *H. H.-M.*

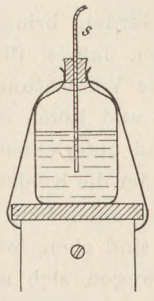


Fig. 1.

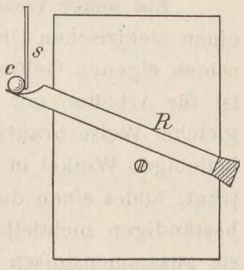


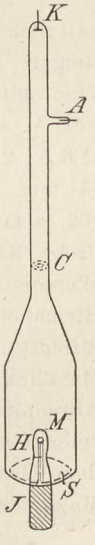
Fig. 2.

Schülerversuch über die Elasticität des Glases. In den *Period. Blättern f. naturk. u. math. Schulunterricht V 52* teilt Herr Prof. K. KRAUS einen einfachen Versuch mit, auf den ihn JOHANN SCHMUTZER, ein Schüler des ersten Jahrgangs, aufmerksam gemacht hat. Dieser hatte bei der Herstellung eines Wasserthermoskops aus einer Flasche für Kölnisches Wasser die Wahrnehmung gemacht, dafs sich die flachen Wände bequem zusammendrücken lassen. Er versuchte es dann mit einer plattbauchigen Flasche, wie sie für geistige Getränke benutzt wird, und konnte damit die Gültigkeit des Hookeschen Elasticitätsgesetzes für Glas nachweisen. Legt man nämlich das Thermoskop wagerecht und beschwert man den Bauch der Flasche nach und nach (bis 5 kg), so bewegt sich der Flüssigkeitsfaden entsprechend der aufgelegten Last. Der Versuch gelingt auch mit einem Kochkolben, ist aber für diesen gefährlich. *H. H.-M.*

2. *Forschungen und Ergebnisse.*

Kathoden- und Röntgenstrahlen. Das Verhalten der Kathodenstrahlen in elektrischen Wechselfeldern hat H. EBERT näher untersucht *(Wied. Ann. 64, 240; 1898)*. Der Strom eines Hochfrequenzwechselstromtransformators wurde einem Condensator zugeführt, zwischen dessen Platten ein sehr regelmäfsig wechselndes elektrostatisches Feld entstand. In diesem Felde befand sich die durch eine Influenzmaschine erregte BRAUNsche Vakuumröhre. Die Kathodenstrahlen in dieser wurden genau in der Richtung der Kraftlinien abgelenkt. Bei Vergröfserung der Platten nahm die Ablenkung zu; bei Entfernung derselben nahm sie ab, wurde aber sofort gröfser, wenn man zwischen die Platten ein Dielektricum von höherer Dielektrizitätsconstante brachte. Eine in den Condensatorstrom eingeschaltete Leydener Flasche erhöhte die Ablenkung ebenfalls. Weitere Versuchen zeigten, dafs die Ablenkungen nicht durch die magnetischen Kräfte dielektrischer Verschiebungsströme bedingt sind; „ihre Ursache scheint in den Umbiegungen zu liegen, welche die Kathodenstrahlen erfahren, wenn sie auf die durch die elektrischen Schwingungen im Rohrinnern hervorgerufenen Kathodendunkelräume treffen". Die Ablenkungen der Kathodenstrahlen einer Braunschen Röhre sind ein empfindliches Hülfsmittel zum Studium der Spannungen offener Transformatoren.

Die Einwirkung eines in die Richtung der Kathodenstrahlen gestellten Magnetpoles untersuchte F. BRAUN *(Wied. Ann. 65, 368; 1898)*. Der Magnetpol M befand sich in einer besonderen Glasröhre H der Kathode K gegenüber und wurde durch die Magnetisierungsspule J erregt. Bei A ist die Anode, bei C ein Diaphragma und bei S ein phosphorescierender Schirm. Fiel nun ein Bündel Kathodenstrahlen durch C auf die Kuppe der Röhre H, so zeigte sich nach Erregung des Magneten auf dem Schirm S ein heller Kreis mit scharfem inneren Rande; der Durchmesser des Kreises wuchs mit der Stärke der Magnetisierung. BRAUN stellte durch verschiedene Versuche fest, dafs der Kreis nicht durch sehr rasche unipolare Rotation des Kathodenstrahles entsteht; es findet vielmehr eine Deformation des Strahles zu einem ruhenden kegelförmigen Gebilde statt. Ein bei einer zweiten Röhre angebrachter phosphorescierender Schirm senkrecht zu S gab einen Achsenschnitt dieses Kegels. Geht der ursprüngliche Strahl seitlich an M vorbei, so wird er nach Erregung von M so abgelenkt, als wenn er ein biegsamer, bei K befestigter Leiter wäre, der ein Minimum von Länge anzunehmen bestrebt ist. BRAUN erwähnt noch die Thatsache, dafs die Kathodenstrahlen schon sehr erheblich durch das magnetische Erdfeld abgelenkt werden. Mit einem 30 cm langen Kathodenstrahl liefs sich angenähert die Inklinationsrichtung auffinden.



Die magnetische Ablenkbarkeit elektrostatisch beeinflufster Kathodenstrahlen untersucht, in Fortsetzung früherer Arbeiten *(d. Ztschr. XI 88)* W. KAUFMANN *(Wied. Ann. 65, 431)*. Er hatte gezeigt, dafs die magnetische Ablenkbarkeit umgekehrt proportional ist der Quadratwurzel aus der Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode. Nimmt man das Potential in der Fortpflanzungsrichtung des Strahles als variabel an, so kommt für die magnetische Ablenkbarkeit nicht mehr die Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode in Betracht, sondern die zwischen dem Raume, wo die Ablenkung stattfindet, und der Kathode. Bezeichnet y_0 die Gröfse der Ablenkung an einer Stelle, die gegen die Kathode die Potentialdifferenz V' hat, I die Stromstärke, so mufs $y_0 = \text{const. } I/\sqrt{V'}$ sein. Um diese theoretische Folgerung praktisch zu bestätigen, nimmt KAUFMANN zwei conzentrische Metallcylinder mit einem Zwischenraum von 2 bis 3 mm; beide endigen mit einem verjüngten Teile innerhalb der Entladungsröhre und besitzen der Kathode gegenüber zwei horizontale, parallele Spalte. Das weitere Ende des innern Cylinders trägt zwei vertikale Spalte, das des äufseren eine mit Kreide bestrichene, mit einer Einteilung versehene Platte. Durch eine Hochspannungsbatterie konnte dem innern Cylinder eine Spannung von $\pm$ 3250 V. erteilt

werden; doch trat zwischen beiden Cylindern keine Entladung ein. Der äufsere Cylinder diente als Anode. Die Kathodenstrahlen gelangten durch die zwei wagrechten Spalte in den innern Cylinder, traten hier durch die senkrechten Spalte aus und trafen auf die Kreideplatte. Nach der Theorie mufs $y_0 \sqrt{V'}/I$ constant sein, d. h. es mufs bei einem bestimmten Werte von V_0 und I, je nachdem der Cylinder + oder — geladen wird, eine Verminderung oder Vermehrung der Ablenkung eintreten. Der Verf. giebt eine Reihe von Zahlen an, die jene Voraussetzung durchaus bestätigen. Die Gröfse ε/m findet KAUFMANN bei diesen Versuchen etwas gröfser als früher *(d. Ztschr. XI 88)*, nämlich zu $1{,}86 \cdot 10^7$ C.-G.-S.

Eine eigenartige Einwirkung eines starken Elektromagneten auf eine Entladungsröhre beschreibt BIRKELAND *(Comptes Rendus CXXVI, 586; 1898)*. Ein starker Elektromagnet ist in der Nähe einer Vakuumröhre, in der kräftige Kathodenstrahlen erzeugt werden, so angebracht, dafs die Entfernung zwischen beiden genau reguliert werden kann. In grofser Entfernung ist die Einwirkung des Magneten nur gering; nähert man ihn der Röhre, so wird bei einer bestimmten Entfernung, dem „kritischen Abstande", der Charakter der Entladung plötzlich verändert: die Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode sinkt bis unter ein Zehntel ihres ursprünglichen Wertes und statt der Kathodenstrahlen erscheinen Strahlen, die im Gase längs der magnetischen Kraftlinien leuchten, aber keine Phosphorescenz auf dem Glase erregen. Die Messung der Potentialdifferenz mit einem elektrostatischen Voltmeter ergab, dafs jene sich bei Näherung des Elektromagneten zunächst continuierlich änderte, dann, wenn der „kritische Abstand" erreicht war, plötzlich von 18 800 auf 1400 V. sank. Jenseits des kritischen Abstandes nahm das Potential zunächst wieder continuierlich (bis 1100 V.) ab, um bei noch weiterer Annäherung des Elektromagneten wieder zu steigen. BIRKELAND mafs die kritischen Abstände bei verschiedenen Magnetisierungsströmen. Eine mit Wasserstoff gefüllte Röhre von 0,061 mm Druck und einer Potentialdifferenz von 3900 V. zwischen Anode und Kathode ergab dabei folgende Resultate. Bei Strömen von 11,8 A., 21,7 A., 41 A. waren die entsprechenden kritischen Entfernungen 98,7 mm, 128 mm und 144 mm. Die Gröfse der magnetischen Kraft in diesen Entfernungen war bezw. 99, 101 und 102, also ziemlich dieselbe. Die Änderungen treten mithin plötzlich auf, wenn die magnetische Kraft an der Kathode eine bestimmte Gröfse erreicht. Messungen mit Luft- und Wasserstoffröhren bei verschiedenen Drucken ergaben bei demselben Kathodenpotential Gleichheit der kritischen Abstände für beide Gase und Unabhängigkeit derselben von der Stromstärke in der Röhre. Während der Einwirkung des Magneten auf die Kathode werden Metallteilchen von dieser losgetrennt und fortgeschleudert. Der Verf. erhielt sogar bei einer Aluminiumkathode nach $^1/_2$ stündiger kräftiger Entladung einen undurchsichtigen Metallspiegel auf der Glaswand. Zugleich nahm der Gasdruck in der Röhre ab; das verschwundene Gas fand sich zum Teil an der inneren Oberfläche der Röhre. Eine Einwirkung des Magneten auf die Anode war nicht zu bemerken.

Über die Polarisierbarkeit der Kathodenstrahlen hat L. GRAETZ neue Versuche angestellt *(Wied. Ann. 65, 453)*. Da nach Untersuchungen von SOHNKE *(Wied. Ann. 58, 452; 1896)* bei allen fluorescierenden Krystallen die Fluorescenz immer eine polarisierte ist, auch das von Krystallen ausgehende Phosphorescenzlicht diese Eigenschaft besitzt, so war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dafs von solchen Krystallen, wenn Kathodenstrahlen auf sie fallen, polarisierte Röntgenstrahlen ausgehen. GRAETZ stellte Vakuumröhren her, in die Krystalle von Kalkspat, Turmalin, Andalusit und Dichroit eingeschmolzen waren. Alle Krystalle sandten intensive Röntgenstrahlen aus, so dafs man am Fluorescenzschirm die Handknochen deutlich sehen konnte. Der Versuch mit einer Turmalinzange und einem Nicol zeigte jedoch, dafs keine Spur von Polarisation vorhanden war.

Die Phosphorescenz des Glases nach dem Aufhören des erregenden Stromes in der Kathodenröhre untersuchte A. SANDRUCCI *(Il nuovo Cimento, S. IV. T. VI. S. 322)*. In jeder Entladungsröhre dauert nach Unterbrechung des Stromes die Fluorescenz des Glases noch eine Weile fort. Der Verf. brachte die Röhre in ein starkes Magnetfeld und beobachtete den Fluorescenzfleck, während bald der Entladungsstrom, bald der Magnetstrom geöffnet und

geschlossen wurde. Bei Öffnung beider Ströme blieb der helle Fluorescenzfleck noch eine Zeit lang bestehen, verlor aber rascher sein Licht als die weniger helle Umgebung. Wurde während des Nachleuchtens der Magnetstrom geschlossen, so erfolgte eine Verschiebung des Fluorescenzflecks in derselben Richtung wie beim Vorhandensein des Erregerstroms. SANDRUCCI schliefst daraus, dafs die Kathode auch nach Aufhören der elektrischen Entladung noch vom Magneten ablenkbare Kathodenstrahlen aussendet. Das Glas wird dabei phosphorescierend, wie Schwefelcalcium unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen.

Den Potentialgradienten an Metallelektroden bei der Entladung durch X-Strahlen bestimmte C. D. CHILD (*Wied. Ann. 65, 152; 1898*). Werden zwei einander gegenüberstehende Metallplatten auf ein verschiedenes Potential gebracht, so läfst sich ein elektrischer Strom einleiten, indem man die Luft zwischen den Platten durch Röntgenstrahlen leitend macht. CHILD bestimmte den Potentialgradienten zwischen den Platten mit Hülfe eines Thomsonschen Wassertropfapparats. Das Wasser fliefst durch ein Rohr, das in einer sehr feinen Spitze zwischen den beiden Platten endet; der isolierte Wasserbehälter ist mit dem einen Quadrantenpaar eines Elektrometers verbunden; das andere Quadrantenpaar steht mit der Batterie, die die Platten ladet, in Verbindung. Die Potentialdifferenz der Metallplatten, die meist aus Aluminium bestanden, betrug 120 V., die Entfernung 6 cm. Wenn keine X-Strahlen zwischen den Platten hindurchgingen, war das Potentialgefälle constant und liefs sich durch eine gerade Linie darstellen. Gingen dagegen X-Strahlen hindurch, so erhielt die Kurve eine wellenförmige Gestalt, ähnlich der, die bei Entladung in verdünnten Gasen erhalten wird, indem das Gefälle an der negativen Platte gröfser ist als an der positiven. Die Gestalt der Kurve änderte sich etwas, je nachdem die Platte auf $\pm$ 60 V. oder die eine auf 0, die andere auf $\pm$ 120 V. geladen waren. CHILD variierte ferner die Entfernung der Platten und die Intensität der Strahlen, letztere durch Einschalten von Stanniolblättern zwischen der Vakuumröhre und den Metallplatten. Mit wachsender Intensität der Strahlen nimmt das Potential zuerst rascher, dann langsamer zu. Bestanden die Platten aus anderen Metallen als Aluminium, so war das Potentialgefälle geringer, aber nur, wenn die Strahlen die Platten berührten. Um den Einfluss verschiedener Metalle zu untersuchen, wurden die Strahlen senkrecht zu den Platten angeordnet, wobei die dem Vakuumrohr zugekehrte Platte immer aus Aluminium oder Stanniol bestand. Das Potential an einer bestimmten Stelle des Plattenzwischenraums war am gröfsten, wenn die entgegengesetzte Platte aus Aluminium bestand, dann folgten der Reihe nach Messing, Neusilber, Stanniol, Eisen, Kupfer, Zink, Stahl, Blei, Platin. CHILD mafs auch die Entladungsgeschwindigkeit zwischen denselben Metallplatten (indem er den Ausschlag des Elektrometers nach 4 Sekunden dauernder Bestrahlung mit X-Strahlen beobachtete) und fand dieselbe Reihenfolge der Metalle wie vorher. Das Verhältnis der Entladungsgeschwindigkeit bei zwei verschiedenen Metallen ist dabei abhängig vom Potential und der Entfernung zwischen den Platten.

Den Einfluss der X-Strahlen auf die Schlagweite elektrischer Funken untersuchte GUGGENHEIMER (*C. R. CXXVI, 416; 1898*). Er benutzte verschieden geformte Messingelektroden und fand, dafs die durch die X-Strahlen veranlafste Zunahme der Schlagweite am gröfsten ist, wenn der Funken zwischen einer Scheibe und einer Spitze übergeht und die Spitze den negativen Pol bildet. Dagegen war die Wirkung sehr unregelmäfsig, wenn der Funken zwischen zwei Spitzen übersprang. Gingen die Strahlen durch eine mit Flufsspatpulver bedeckte Quarzplatte hindurch, so war ihre Einwirkung auf die Schlagweite der Funken sehr viel gröfser.

Ob die X-Strahlen schon in den Kathodenstrahlen existieren, die sie erzeugen, untersuchte A. ROITI (*Rend. della R. Acc. dei Lincei, Vol. VI S. 123; Phil. Mag. 45, 503*). Der Unterschied beider Strahlenarten besteht darin, dafs die Röntgenstrahlen nicht vom Magneten abgelenkt werden können und dafs sie eine gröfsere durchdringende Kraft haben. Doch ist dieser Unterschied nicht allgemein, da es nach GOLDSTEIN auch nichtablenkbare Kathodenstrahlen giebt. Der Verf. beschreibt einige Versuche, die zeigen, dafs, wenn auch ein Teil unablenkbarer Strahlen zur Bildung des Kathodenstrahlenbündels beiträgt, diese

Strahlen doch ungleich schwächer an Intensität sind als die X-Strahlen, die durch jene hervorgerufen werden. Es bleibe daher keine andere Erklärung als die, dafs die Kathodenstrahlen, wenn sie auf ein Hindernis treffen, in Röntgenstrahlen umgewandelt werden.

Eine aktinoelektrische Wirkung der Röntgenstrahlen wurde von Guggenheimer festgestellt (*Archives des sciences phys. et nat, Sér. 4 p. 239; Naturwiss. Rundschau XIII, 357*). In einer Flüssigkeit befanden sich zwei Elektroden derselben Art, von denen die eine Röntgenstrahlen ausgesetzt, die andere gegen diese durch einen Schirm geschützt war. Die Elektroden waren teils Silberplatten, die eine dünne Schicht von Silberchlorür, -bromür oder -jodür bedeckte, teils Kupferplatten; die Flüssigkeit war entweder verdünnte Schwefelsäure oder eine Lösung von Kupfervitriol oder Wasser. Der Abstand der Elektroden blieb stets der gleiche. Die Intensität der Röntgenstrahlen wurde durch verschiedene Entfernung der Vakuumröhre von der Elektrode verändert. Bei der beschriebenen Anordnung entstand in der That ein Strom, der mit der Stärke der Strahlung zunahm. Anfangs ging der Strom von der bestrahlten Elektrode durch den Schliefsungsdraht nach der andern; nach einiger Zeit der Einwirkung der Strahlen nahm er die entgegengesetzte Richtung an. Es scheint also eine chemische Umwandlung der Oberflächen der Elektroden einzutreten; die von ihnen absorbierten Gasschichten werden möglicherweise durch die Strahlen ionisiert, und die Ionen teilen den Elektroden direkt eine elektrische Ladung mit.

Über die Wirkung undurchlässiger Röhren auf die X-Strahlen berichtet E. Villari (*Il nuovo Cimento Sér. IV T. VII S. 270*). Stellt man zwischen eine Crookessche Röhre und ein 110 cm von ihr entferntes Elektroskop eine Bleiröhre von 1 m Länge und 10 cm Durchmesser, so wird die Zeit, in der das Elektroskop durch die Röntgenstrahlen entladen wird, dreimal so grofs, wie ohne die Bleiröhre. Durch das Zwischenschalten einer dickwandigen Glasröhre von 8—9 cm Durchmesser wurde die Dauer der Entladung mehr als vervierfacht. Die Einwirkung der Röhren wächst, wenn man die dem Elektroskop zugekehrte Röhrenöffnung verkleinert; durch eine vor die obige Glasröhre gebrachte Glasblende mit geringer Öffnung liefs sich die Dauer der Entladung auf das 27fache verlängern. Eine Pappröhre von denselben Dimensionen wie die Bleiröhre erhöhte die Dauer der Entladung auch, aber in geringerem Grade als die Bleiröhre. Es geht hieraus hervor, dafs nicht nur die in gerader Linie von der Vakuumröhre zum Elektroskop gehenden Strahlen entladend wirken, sondern auch die nach den Seiten hin ausgesandten, die dann durch die Wände der eingeschalteten Röhre mehr oder weniger stark absorbiert werden. Auch eine ringförmige Bleischeibe, zwischen Crookesröhre und Elektrokop gestellt, erhöhte die Dauer der Entladung, indem sie die seitlich divergierenden Strahlen abhielt. Stellte man zwischen die Röhre und die Kugel des Elektroskops (2 cm Durchmesser) eine Bleischeibe von 4 cm Durchmesser so auf, dafs sie vollständig im Schatten der X-Strahlen sich befand, so war die Dauer der Entladung mit Scheibe nur wenig gröfser als ohne Scheibe. Diese Versuche zeigen, dafs bei der Entladung sowohl die direkten wie die indirekten Strahlen wirksam sind, indem sie die Luft bei ihrem Durchgange leitend machen. — Villari untersuchte noch, ob die Strahlen nach dem Durchgange durch die Röhren verschieden stark auf eine photographische Platte wirken. Das war nicht der Fall; eine Intensitätsänderung oder Reflexion der Strahlen innerhalb der Röhren findet also nicht statt. *Schk.*

Über Berührungselektrizität der Metalle. Von J. Erskine-Murray (*Phil. Mag. 45, 398; 1898*). Schon 1881 hatte Pellat (*Ann. de Chimie et de Physique*) den Einfluſs der physikalischen Beschaffenheit metallischer Oberflächen auf ihr Berührungspotential untersucht und gefunden, dafs eine scharf zerkratzte Metallplatte positiv ist gegen eine glatt polierte desselben Materials; auch der Einfluſs der Temperatur und der umgebenden Gasschicht auf die Gröfse des Potentials war von Pellat untersucht worden. Diese Versuche wurden vom Verf. in umfassenderer Weise wieder aufgenommen. Die Potentiale bestimmte er mit der von Lord Kelvin beschriebenen Nullmethode. Die zu untersuchende Platte wurde zur Berührung gebracht mit einer Normalplatte aus elektrolytisch niedergeschlagenem Gold, die vorher einige Stunden in Alkohol gewaschen war. Eine Zinkplatte, die mit Glaspapier so abgerieben

war, dafs die Kritzen parallele Linien bildeten, zeigte gegen die Normal-Goldplatte 0,70 V. Potentialdifferenz. Bei geringer Politur waren es 0,94, bei fortgesetzt feinerer Politur 1,00 bis 1,02 V. Abreiben mit Glaspapier stellte die ursprüngliche Potentialdifferenz wieder her. Um eine etwa vorhandene Einwirkung des Schleifmittels auszuschalten, wurden Platten desselben Metalls gegen einander gerieben. Zwei Kupferplatten gaben mit Glaspapier abgerieben 0,01 und 0,04 V., aneinander bis zum Erglänzen gerieben beide 0,07 V. Eine andere Kupferplatte gab mit einer Stahlfeile roh gekratzt — 0,07, mit derselben Feile glatt poliert — 0,02 V. Alle Versuche bestätigten, dafs die glattere Oberfläche positiver ist als die rauhe. Eine dünne Schicht eines Oxyds auf der Metallplatte bewirkte eine nur geringe Änderung des Potentials. Wurde die Oxydschicht bei Kupfer oder Zink durch Erhitzung bedeutend verstärkt, so wuchs das Potential gegen die Goldplatte in negativer Richtung. War die Platte nur längere Zeit der Luft ausgesetzt, so zeigte das Potential keine wesentliche Änderung.

Wurden die bisher untersuchten Platten in Alkohol gewaschen und dann an der Luft getrocknet, so zeigte sich eine sehr bedeutende Änderung des Potentials. So z. B. gab eine Kupferplatte zuerst — 20 V. und nach dem Waschen mit Alkohol und erfolgter Trocknung + 22 V., eine Zinkplatte zuerst + 61, dann + 94 V. Diese Werte blieben für mehrere Stunden constant. Es scheint also noch längere Zeit eine dünne Flüssigkeitsschicht auf der Oberfläche zurückzubleiben. Zwei Schichten derselben Flüssigkeit auf den Oberflächen zweier Platten von verschiedenen Metallen gaben nicht die Potentialdifferenz Null, sondern nahezu dieselbe, wie die trockenen Metalle, auf denen sie sich befanden. Zeitweiliges Eintauchen eines Metalls in ein Gas (Sauerstoff) gab für Kupfer, Zink und Silber ein positiveres, für Zinn ein negativeres Potential als vorher. Die Einwirkung der Temperatur auf das Potential erwies sich als recht bedeutend. Verf. untersucht Metalle unter den oben beschriebenen Bedingungen bei Temperaturen zwischen 15° und 60° und stellt die Veränderung des Potentials mit der Temperatur graphisch in Kurven dar. Bei Aluminium, Zink und Blei wächst das positive Potential gegen die Normalplatte mit der Temperatur, bei Eisen, Silber, Gold nimmt es ab, bezw. wächst es in negativer Richtung. Alle Kurven haben einen solchen Verlauf, dafs, wenn man sie in derselben Richtung verlängert, sie sich nahezu in einem Punkt unter — 200° C. schneiden bei einem Potential von etwa 4 V. positiv gegen eine Gold-Vergleichsplatte von 16° C. Es scheint daher so, als wenn bei sehr niedrigen Temperaturen die Potentialdifferenzen überhaupt aufhören. *Schk.*

Über die Beziehung zwischen Fluorescenz und Aktinoelektrizität. Von G. C. Schmidt (*Wied. Ann. LXIV, 708; 1898*). Die lichtelektrische Empfindlichkeit verschiedener Stoffe bestimmte Verf. hauptsächlich mit der von Elster und Geitel angegebenen Methode. Ein gut isoliertes Eisenblech stand einem mit einer Akkumulatorenbatterie verbundenen eisernen Drahtnetz gegenüber und liefs sich sowohl mit der Erde als mit einem Elektrometer in Verbindung bringen. Das Drahtnetz wurde auf eine bestimmte Spannung geladen, während das Eisenblech mit der Erde verbunden war; hob man die Erdleitung auf, so ging beim Bestrahlen ein Strom vom Drahtnetz auf das Blech über, und das Elektrometer gab einen Ausschlag. Das Ganze befand sich in einem mit Stanniol umwickelten Kasten, der für die Bestrahlung ein Quarzfenster besafs. Die flüssigen Lösungen befanden sich bei der Untersuchung in einem Quarztrog. Die Versuche zeigten, dafs das Fuchsin in Wasser gelöst stark lichtelektrisch empfindlich ist, in Alkohol und Aceton dagegen nicht; die Empfindlichkeit nimmt ungefähr proportional der Quadratwurzel aus der Conzentration ab. Beim Eosin setzten Zusätze von Jodkalium, Jodnatrium, Chlornatrium die lichtelektrische Empfindlichkeit nicht herab, während die Fluorescenz dadurch beinahe vernichtet wurde. Ionisierung, Fluorescenz und lichtelektrische Empfindlichkeit standen in keinem erkennbaren Zusammenhang. Versuche mit einer grofsen Zahl von Stoffen zeigten, dafs alle Körper, soweit sie das ultraviolette Licht absorbieren, bei höheren Potentialen lichtelektrisch empfindlich sind. Eine Ausnahme hiervon machen Uran und Thor und deren Verbindungen, die, obwohl sie das ultraviolette Licht stark absorbieren, dennoch lichtelektrisch unempfindlich sind. Die festen Lösungen licht-

elektrisch unempfindlicher Körper sind ebenfalls lichtelektrisch unempfindlich. Zu den letzteren gehören feste Lösungen der Uransalze; doch zerstreuen diese schon in der Dunkelheit die positive und negative Elektrizität gleich gut. Eine Beziehung zwischen Fluorescenz und Zerstreuung der negativen Elektrizität durch das Licht liefs sich nicht erkennen. Dagegen wurde an den Körpern, die nach der Bestrahlung mit Kathodenstrahlen beim nachherigen Erwärmen am intensivsten thermoluminescieren, die negative Elektrizität unter dem Einflufs des Lichtes am stärksten zerstreut. *Schk.*

Über die Prinzipien der Mechanik bei Boltzmann und Hertz veröffentlichte Johannes Classen in dem *Jahrbuche der hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten, XV, S. 1—12* eine kleine sehr beachtenswerte Abhandlung. Sie liefert einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis und zur Wertschätzung der Hertzschen Mechanik. Besonders zwei Punkte sind es, über die sie zum Teil neue Aufklärung giebt.

Erstens beleuchtet Classen zwar nicht überhaupt, doch sicher für viele zum erstenmal den wahren Unterschied zwischen Erklärung und Beschreibung, die beide seit Kirchhoff oft für identisch gehalten werden. In einem Wissensgebiet etwas erklären heifst, es mit Hülfe eines oder mehrerer Grundgesetze ableiten, die nicht blofs hinreichend allgemein sind und mit der Erfahrung übereinstimmen, sondern von denen man es vor allem auch rechtfertigen kann, warum wir uns bei ihrer Unmittelbarkeit befriedigt fühlen oder fühlen können. Fehlt der zweite Umstand, so liegt Beschreibung vor. Daher müssen in der Mechanik, damit die Thatsachen erklärt werden, die Grundgesetze, aufser dafs sie erfahrungsmäfsig sind, im Denken, d. h. rein mathematisch einen Vorzug vor allen mit ihnen vergleichbaren haben.

Zweitens zeigt Classen, dafs Hertz im Gegensatze zu Boltzmann eine in dem bezeichneten Sinne erklärende Mechanik geschaffen hat. Man weifs, dafs die allgemeinen Lagrangeschen Bewegungsgleichungen in den verschiedensten Bereichen der Physik und Chemie Anwendung finden, also der Erfahrung genügen. Hertz beweist nun, dafs die Form, die sie annehmen, auch in der reinen Mathematik schon eine besondere Bedeutung habe; denn unter allen mathematisch möglichen Bewegungen eines mechanischen Systems ist die vor allen ausgezeichnet, die in geradester Bahn stattfindet, und eben von ihr besagen die Lagrangeschen Gleichungen, dafs sie in der Natur vorkomme, wie es das Hertzsche Grundgesetz fordert. Boltzmanns Definition hingegen, wonach ein Massenteilchen eine Beschleunigung erhält, die eine Funktion des Abstandes von einem anderen Massenteilchen ist und deren Richtung in der geraden Verbindungslinie beider liegt, führt zwar ebenfalls zum Prinzip des kleinsten Zwanges, ist aber aus der reinen Mathematik nicht abzuleiten und hat darum vor keiner anderen, die dasselbe leistet, einen rationellen Vorzug.

Eine wichtige Ausstellung ist übrigens auch an der Hertzschen Mechanik zu machen, die indes Classen wahrscheinlich nicht anerkennt. Über der mathematischen Befriedigung, die das Grundgesetz gewährt, darf man nicht vergessen, dafs es sich zugleich aus einfachen und weitreichenden Thatsachen mufs abstrahieren lassen, um von vornherein, nicht erst nachträglich durch seine Anwendungen Vertrauen zu erwecken. Für die Begründung der festen Zusammenhänge aber scheint Classen ein Erfahrungsmoment heranzuziehen, was ebenso Hertz thut, was jedoch, wie ich in meinem Aufsatze über die Prinzipien der Erkenntnis in der Physik und Chemie gezeigt habe, unrichtig ist. Auch hat Hertz wohl nicht als letztes Ziel für die Erforschung einer Erscheinungsgruppe das System der Differentialgleichungen des Grundgesetzes betrachtet, obgleich dieses Ziel sich aus seiner Mechanik ergiebt, sobald man von Hypothesen möglichst frei bleiben will. Das sind indes Nebensachen gegenüber der Vortrefflichkeit der Classenschen Abhandlung. *Paul Gerber. Stargard.*

---

3. Geschichte.

Die erste Entwicklung der Elektrisiermaschine unterzieht Ferdinand Rosenberger in den *Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik 8. Heft S. 69—88, 1898* von neuem einer eingehenden Untersuchung, in der er nachweist, dafs die Verdienste von Hausen, Winkler und

BOSE weniger in eigenen Neuschöpfungen als in der zweckmäfsigen Einfügung und geschickten Zusammenstellung bereits bekannter Teile zu einer einheitlichen Maschine beruhen. Die erste Elektrisiermaschine baute 1672 OTTO VON GUERICKE: eine Schwefelkugel von der Gröfse eines Kindskopfs safs auf einer wagerechten eisernen Achse, die durch den Schlitz eines lotrechten Brettchens geführt war und mit ihrem einen Ende in einem Stirnlager in einem zweiten lotrechten Brettchen ruhte. Das andere Ende der Achse war zu einem Griffe ausgebildet. Die Vorrichtung, die leicht aus ihren Lagern herausgehoben werden konnte, wurde mit der einen Hand gedreht, die andere recht trockene Hand des Experimentators diente als Reibzeug. FRANCIS HAWKSBEE, der Experimentator der Royal Society, der die Entdeckung JEAN PICARDS, dafs das im Dunkeln geschüttelte Quecksilber in der Toricellischen Leere des Barometers leuchtend wird, durch viele Versuche mit den elektrischen Erscheinungen in Beziehung setzte, baute 1709 die Guerickesche Vorrichtung um: er setzte die wagerechte Achse mittels einer lotrecht angeordneten Schwungmaschine in sehr rasche Umdrehungen und benutzte an Stelle der vollen Schwefelkugel eine hohle Glaskugel, die er, da auch die Achse hohl war, bei seinen lichtelektrischen Versuchen während der Drehung luftleer machen oder mit Luft füllen konnte. HAWKSBEE führte GUERICKES Werk nicht als Quelle an. ROSENBERGER macht aber schwerwiegende Gründe für eine solche Abhängigkeit geltend, nur ist es schade, dafs er seinen Beweis in einer Anmerkung blofs andeutet, statt ihn unter Anwendung einer gründlichen methodischen Quellenanalyse schlagend auszuführen. GUERICKE und HAWKSBEE verstanden noch nicht, die Elektrizität von einem Körper auf einen anderen hinüberzuleiten, dort anzusammeln und von da auf einmal zu entnehmen. Diese Entdeckung machte erst 1729 das Mitglied der Royal Society, STEPHEN GRAY, der sich übrigens keiner Elektrisiermaschine bediente, sondern eine $3\frac{1}{2}$ Fufs lange Glasröhre mit Wolle rieb. Da er bei seinen Untersuchungen fand, dafs der menschliche Körper leitungsfähig und elektrisierbar ist, so erregte er die allgemeine Aufmerksamkeit, die sich in ungewöhnlichem Mafse steigerte, als CHARLES DU FAY nachwies, dafs ein an seidenen Schnüren aufgehängter menschlicher oder tierischer Körper die mitgeteilte Elektrizität in beträchtlichem Mafse verstärke und verstärkt wiederzugeben vermöge. GRAY erkannte bald (1735), dafs die Metalle ebenso wie die lebenden Körper die Elektrizität zu verstärken vermochten; er fand, dafs eine an seidenen Fäden aufgehängte eiserne Stange von 4 Fufs Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser gerade so starke Funken wie ein lebendiger Körper gab. Damit war der „Conduktor", dessen Name von DESAGULIÈRES (1738) herrührt, erfunden. Bei diesen Versuchen wurde auch das Reibzeug verbessert. Man fand es zweckmäfsig, die langen Glasröhren statt mit der trockenen Hand mit Wollen- oder Lederlappen zu reiben, die man mit verschiedenen Pulvern, wie Kreide, Tripel u. s. w. bestreut hatte. Der Leipziger Professor CHRISTIAN AUGUST HAUSEN griff 1742 auf HAWKSBEES Maschine mit der Glaskugel zurück, liefs jedoch die Vorrichtung zum Entleeren der Luft weg, benutzte hingegen einen Knaben, der an seidenen Schnüren hing oder auf einem mit Pech ausgegossenen Fasse stand, als Conduktor. Die Priorität (!) machte ihm 1744 der Wittenberger Professor MATTHIAS BOSE in deutschen und lateinischen „mit poetischer Feder entworfenen" Schriften und Lehrgedichten streitig. Auch BOSE benutzte zuerst noch vielfach Menschen als Conduktoren; er stellte sie bei seinen Zündversuchen auf Nichtleiter und liefs von ihren Fingern oder von einem Schwerte oder einer Eisenröhre, die sie in der Hand hielten, die Funken überspringen. Dann aber liefs er den Menschen weg und hing lange eiserne Röhren an seidenen Schnüren auf. Die Röhrenenden liefs er anfangs unmittelbar auf der sich drehenden Kugel schleifen; später verband er zweckmäfsiger die Röhren durch Leinenfäden, die aus ihnen heraushingen, leitend mit der Kugel. BOSE setzte die ganze Welt in Staunen durch die sogenannte „Beatification des Menschen", d. h. er erzeugte ein Glimmleuchten an dem ganzen Körper eines Menschen, den er im Dunkeln auf einen Nichtleiter stellte und stark elektrisierte. Da BOSE es trefflich verstand, die Aufmerksamkeit nicht nur des grofsen Publikums, sondern auch der höchsten Herrschaften zu erregen, so entstand eine Zeit elektrischer Schwärmerei, deren Nachwirkung an der Rolle, die die Elektrisiermaschine an manchen Schulen spielt, heute noch zu erkennen ist. JOHANN HEINRICH

Winkler, Professor der alten Sprachen, später auch der Physik zu Leipzig, wollte zur Ladung der von ihm zusammengestellten elektrischen Batterieen Elektrisiermaschinen mit zwei, vier und acht Kugeln bauen, zu deren Betrieb seine beiden Hände nicht ausreichten. Da machte ihn der Leipziger Drechslermeister Giessing darauf aufmerksam, dafs man bei den Hawksbeeschen Kugeln ganz wie bei den Grayschen Glasröhren statt der Hände Wollen- oder Lederstoffe als Reibzeug anwenden könne. Winkler folgte dem Winke und baute eine Maschine, bei der zur Reibung der sich drehenden Kugeln statt der Hände kleine mit Leder überzogene und mit Kreide eingeriebene Zeugkissen gebraucht wurden, die man mittels Zapfen und Schraube oder mittels Feder stärker oder schwächer gegen die Glaskugeln drücken konnte. Da die Reibzeuge zwar bequem waren, aber nicht so kräftig wie die Hand wirkten, so führten sie sich nur langsam ein; erst als man die Notwendigkeit einer elektrischen Ableitung des Reibzeugs erkannt hatte, wurden die Elektrisiermaschinen allgemein damit ausgestattet. Winkler knüpft nicht nur in der Verwendung des Reibzeugs an Gray an, er baute vielmehr 1744 eine Elektrisiermaschine, bei der er eine mit dem oberen Ende an einer Feder befestigte Glasröhre in dem sie umschliefsenden Reibzeuge mit Hilfe eines Trittbretts auf- und niederzog. Bei einer zweiten Maschine aus demselben Jahre benutzte er ein Bierglas als Drehkörper, den er, um die Reibbewegung der Hand nachzuahmen, mittels einer durch Trittbrett betriebenen Drillschnur rasch vor- und rückwärts drehte und so an dem Reibzeug rieb. Winklers Maschine von 1745 hatte jedoch nach dem Vorbilde von Hausen und Bose sich drehende Glaskugeln und als sehr wichtige Neuerung Conduktoren von Röhrenform, die fest mit der Maschine verbunden waren. Der Hallenser Professor der Medicin Johann Gottlob Krüger empfahl möglichst lange Conduktoren, doch erkannte man bald, wie aus den Briefen Franklins über Elektrizität aus dem Jahre 1749 zu erkennen ist, dafs nicht die Länge, sondern die Oberfläche der Conduktoren deren Wirkung bedinge. Wohl die vollkommenste Elektrisiermaschine der damaligen Zeit beschrieb 1745 der Benediktinermönch und Professor der Physik zu Erfurt Andreas Gordon. Sie ähnelt Winklers Maschine aus demselben Jahre, nur wurde die Drillschnur nicht durch ein Trittbrett, sondern durch ein grofses Rad mit Kurbel angetrieben und dadurch ein Glascylinder rasch vor- und rückwärts gedreht. Das Reibkissen war mit Rofshaaren ausgestopft, mit Kalbsleder überzogen und mit Tripel eingerieben. Der Conduktor lag auf einem kleinen mit der Maschine nicht verbundenen und in der Höhe verstellbaren Tischchen. Der sehr beachtenswerten Abhandlung sind acht recht lehrreiche Nachbildungen der alten Originalzeichnungen beigegeben, doch ist Fig. 6, das Bild von Winklers Elektrisiermaschine von 1745, weder aus der Zeichnung noch aus dem erläuternden Text ganz verständlich. *H. H.-M.*

---

4. Unterricht und Methode.

Physikalische Schülerhandarbeiten und Übungen. Ein Vortrag, den Dr. Lakowitz in Danzig im vorigen Jahr über diesen Gegenstand gehalten hat (vgl. d. Ztschr. *X 269*), ist in den *Unterrichtsblättern für Math. u. Naturw.* 1898 No. 1 veröffentlicht. Der Verfasser legt dar, wie leicht man die Schüler zu derartigen Arbeiten anregen kann, wenn man beim Unterricht darauf hinweist, mit welchen einfachen Mitteln dieser oder jener Apparat sich anfertigen lasse und zugleich über die geeignetsten Materialien, Preise und Bezugsquellen einige Andeutungen macht: „Hinterdrein kommen dann die Fragen seitens der Schüler, und hellste Freude kann man von den Gesichtern ablesen, wenn der eine oder der andere berichtet, dafs der Apparat jetzt endlich gut gehe“. Eine kleine Auslese von so entstandenen Apparaten hatte der Verfasser ausgestellt: aus dem Pensum der OIII die feste und bewegliche Rolle, Flaschenzug, Segnersches Wasserrad, Dampfmaschine (Kessel aus grofser dickwandiger Conservenbüchse gebildet); aus UII galvanische Elemente, Tauchbatterie, Akkumulator, elektrische Hausklingel, Elektromotoren, Schaltbrett für Zuleitung des Stroms an Klingel, Glühlampe oder Weckglocke einer Uhr, photographischer Apparat u. a. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dafs die Schüler durch elementaren Handfertigkeitsunter-

richt für diese Thätigkeit vorgebildet waren. Mit Recht betont der Verfasser, dafs der Nutzen solcher Arbeiten über den engen Rahmen des Fachinteresses hinausgeht. Nicht nur verständnisvolle Betrachtung der Gegenstände, Unterscheidung des Wesentlichen vom Unwesentlichen, Schärfung des Urteils und des Abstraktionsvermögens werden erzielt; der Schüler lernt auch eine selbst gestellte Aufgabe mit Ausdauer zu Ende führen, es wächst die Wertschätzung der Arbeit, die Achtung vor dem Handwerk. Auch bieten diese Übungen ein neues willkommenes Mittel zur Bekämpfung des Müfsigganges und seiner Folgen, und damit zur Hebung der moralischen Kraft des heranwachsenden Schülers. Keineswegs sollen die Schüler durch die Anregung zu solchen Arbeiten auf ein bestimmtes Fachstudium hingedrängt werden; aber eben weil der Wert dieser Arbeiten ein höherer und allgemeinerer ist, solle auch das Gymnasium in dieser Richtung anregend wirken. *P.*

5. Technik und mechanische Praxis.

Elektrische Glühlampen von Nernst und Auer. Prof. W. NERNST zu Göttingen verfertigt die Glühfäden aus Leitern zweiter Klasse (Kalk, Magnesia u. s. w.), die die Eigenschaft haben, durch Erwärmung gut leitend zu werden, ohne zu schmelzen, während sie bei niedrigem Wärmezustand Nichtleiter sind. Diese Körper sollen durch den Funkenstrom eines Induktoriums vorgewärmt, gleichsam „angezündet“ und dann durch einen Wechselstrom von mäfsiger Spannung in Weifsglut erhalten werden. Der Wirkungsgrad dieser neuen Glühkörper ist viel gröfser als der der bisher angewandten Glühlampen, die 3 bis 4 W für 1 HK erfordern. So liefert z. B. ein kleiner in freier Luft glühender Hohlcylinder (7 mm lang, 1,5 mm dick und 0,4 mm lichte Weite) aus gebrannter Magnesia bei 0,23 A Wechselstrom von 118 V Spannung 31 HK, also für 1 W rund 1 HK. Das Licht ist sehr schön. Die Nernstsche Erfindung soll von der A. E. G. zu Berlin erworben worden sein.

C. AUER VON WELSBACH verwendet bei der von ihm erfundenen Glühlampe bisher unbenutzte Eigenschaften des Osmiums, des schwersten und schwerstschmelzbaren aller bekannten Körper. Die Patentansprüche der österreichischen Patentbeschreibung lauten:

I. Leuchtfaden für elektrische Lampen, bestehend a) aus Osmium oder b) aus Osmium mit einem Gehalte von anderen Platinmetallen wie Platin, Iridium, Rhodium, Ruthenium oder c) aus einem Kerne von Osmium mit einem Überzuge aus Thoroxyd oder d) aus einem Kerne, welcher aus einer Legierung von Osmium und den unter I b angeführten Platinmetallen oder deren Legierungen gebildet wird, mit einem Überzuge aus Thoroxyd.

II. Ein Verfahren zur Herstellung der in Ia und b bezeichneten Leuchtfäden, gekennzeichnet dadurch:

a) dafs Osmium bezw. Osmiumverbindungen durch Reduktion einer flüchtigen Osmiumverbindung, wie Tetroxyd, in reduzierenden Gasen auf einem dünnen Metalldrahte (Seele) metallisch niedergeschlagen werden, und dafs diese Seele nachher durch Ausglühen verflüchtigt wird; oder

b) dafs auf dem dünnen Metalldrahte (Seele) Osmium bezw. Osmiumverbindungen oftmals in dünnen Schichten, eventuell unter Zusatz eines Bindemittels [z. B. Zucker] aufgetragen werden, worauf dann der Metalldraht (Seele) durch Ausglühen verflüchtet wird; oder

c) dafs Osmium, bezw. Osmium-Verbindungen, auf einem Metalldraht (Seele) durch elektrolytische Ausscheidung niedergeschlagen werden, und dafs diese Seele nachher durch Ausglühen verflüchtet wird; oder

d) dafs Osmium, bezw. Osmium-Verbindungen, breiartig oftmals in dünnen Schichten, eventuell unter Zusatz eines Bindemittels [z. B. Zucker] auf einem vegetabilischen oder animalischen Faden aufgetragen werden, worauf dieser durch Ausglühen in Osmium verwandelt wird; oder

e) dafs Osmium, bezw. Osmium-Verbindungen, in Emulsion mit Collodium geformt, denitriert und ausgeglüht werden.

III. Ein Verfahren zur Herstellung der in Ia, b, c und d bezeichneten Leuchtfäden für elektrische Lampen, gekennzeichnet dadurch, dafs auf die bezeichneten Fäden dünne Schichten von Thoroxyd successive und oftmals aufgetragen werden, und dafs nach jedesmaligem Auftragen ausgeglüht wird, und dafs diese Procedur so oft wiederholt wird, bis sich auf dem Faden eine dichte Thoroxydhülle gebildet hat.

Als Metallseelen benutzt Auer dünne Platindrähte. Der Fadenträger besteht aus zwei mit einem Stückchen Kaliglas verbundenen Platindrahtstücken, die an den zur Aufnahme des Leuchtfadens dienenden Enden röhrenförmig gestaltet sind. In diese Röhrchen werden die Enden des Fadens eingeschoben und mit einem Brei aus Osmium und Osmiumverbindungen nebst einem geeigneten Bindemittel eingekittet. Die Birne, die den Faden umschliefst, wird luftleer gemacht oder mit reduzierenden Gasgemischen oder mit einem indifferenten Gas gefüllt. Zur Herstellung der Auerschen elektrischen Glühlampe ist eine Aktiengesellschaft, Österreichische Gasglühlicht- und Elektrizitäts-Gesellschaft, mit einem Kapital von $3^1/_2$ Millionen Gulden gegründet worden. (*Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. XLI 239, 1898; Zeitschr. f. Beleuchtungswesen IV 127, 1898; E.T.Z. XIX 272, 1898; Zeitschr. f. angew. Chemie 1898, 512.*) *H. H.-M.*

Ambroin. Über diesen neuen Isolator hielt Herr Dr. Böhlendorff in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins am 24. Mai d. J. einen Vortrag, in dem er die Erzeugnisse der Ambroinwerke, G. m. b. H., vorlegte (*E.T.Z., XIX 429*). Das Ambroin wird aus recent-fossilen Copalen und aus Silikaten hergestellt. Bisher war es wegen der schwierigen Lösung üblich, für harzhaltige Isolatoren nicht recent-fossile sondern recente Copale zu verwenden, die jedoch minderwertig, da alle recenten Harze noch oxydationsfähig und mithin nicht witterungsbeständig sind. Die gelösten recent-fossilen Copale werden mit Silikaten, vorzugsweise Asbest und Glimmer, versetzt. Das Ganze bleibt so lange stehen, bis die Silikate mit den Copallösungen durchtränkt sind. Die so entstandene teigartige Masse wird in Mischmaschinen verarbeitet und dann im Vakuum getrocknet. Die hartgetrocknete Masse wird in Kollergängen zerrieben und dann in erwärmten stählernen Formen mittels hydraulischer Pressen unter Aufwendung eines Druckes von 100 000 bis 350000 kg in Stücke gepreſst. Es werden vier Hauptsorten des Ambroins hergestellt: die gewöhnliche Sorte für elektrotechnische Zwecke *AF*, die hitzbeständige Marke F_1, die säurebeständige Sorte *BAS* und die alkalifeste Marke *ABS*. Das säurefeste Ambroin ist nicht hitzbeständig und das hitzbeständige nicht säurefest. Das Ambroin hat eine Dichte von 1,4 bis 1,8; die höhere Dichte (1,7 bis 1,8) kommt der schwer brennbaren Sorte zu. Es läfst sich ohne Schwindmafs pressen (das ist ein wesentlicher Vorzug vor dem Hartgummi), drehen, bohren, schneiden und polieren. Es ist aufserordentlich widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse und nimmt im Freien keine Feuchtigkeit auf. Über die Isolationsfähigkeit des Ambroins unterrichten die folgenden Angaben: Schalen von 3 mm Wandstärke zwischen fest angepreſsten Elektroden von 28 qcm Fläche zeigen bei 200 V. einen Widerstand von mehr als 200000 Megohm. Dieselben Schalen wurden nunmehr mit Schwefelsäure von 26° Bé. gefüllt, zugedeckt und in Thermostaten 10 Tage lang einer Temperatur von 49° C. ausgesetzt. Der Widerstand betrug nach oberflächlichem Abtrocknen mit Fliefspapier am folgenden Tag etwa 150000 und 2 Tage darauf etwa 200000 Megohm. Die angestellten Durchschlagungsversuche ergaben folgendes: Eine lufttrockene Platte (Sorte *AF*) von 0,34 mm Stärke wurde bei 5000 V. nicht durchgeschlagen. Mit siedendem Wasser behandelte Platten (*AF*) wurden bei einer Stärke von 0,33 mm mit 3500 V. und bei 0,84 mm Stärke mit 5000 V. noch nicht durchgeschlagen. Eine 5 mm starke Platte (*AF*) wurde nach mehrtägigem Liegen in einem Zimmer von 95% Luftfeuchtigkeit bei 36000 V. nicht durchgeschlagen. Das Ambroin übertrifft an Druck- und Zugfestigkeit alle Gummifabrikate und alle Präparate aus recenten Harzen. *H. H.-M.*

Aluminiumelektroden. Von G. J. Hough. Die grofse Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gegen gewisse chemische Agentien läfst die Verwendung desselben zu elektrolytischen Prozessen zweckmäfsig erscheinen. Nach G. J. Hough wird Aluminium als Kathode von kalten Oxalat- und Cyanidlösungen, sowie von heifser und kalter Salpetersäure nicht angegriffen und wäre daher als Kathode an Stelle von Platin für elektrolytische Analysen, namentlich Kupferanalysen, zu benutzen. Die entstehenden Metallniederschläge werden mit Salpetersäure gelöst. (*Journ. Amer. 20, 302; Zeitschr. f. angew. Ch. 1898, 19, 435.*)

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Über die Theorie des Kreisels. Von F. Klein und A. Sommerfeld. Leipzig, B. G. Teubner. Heft I, 1897; Heft II, 1898. 512 S. M. 15,60*).

Der Göttinger Versammlung des Vereins für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht im Jahre 1895 widmete Felix Klein eine Festschrift, ausgearbeitet von Tägert, in der er einige Fragen der Geometrie, z. B. die Transcendenz von π, entsprechend den wissenschaftlichen Fortschritten der letzten Decennien, in der allmählich erreichbar gewordenen Einfachheit populär behandelt, d. h. durch ausführliche Entwickelung aller Zwischenglieder leicht verständlich für diejenigen, die ihre Studien vor geraumer Zeit absolviert hatten. Eine ähnliche Entstehung hat das vorliegende umfangreiche Werk über ein Kapitel der angewandten Mathematik. Mannigfaltige geometrische (kinematische) Theorieen über die Drehung eines Körpers um einen festen Punkt werden, nicht nebeneinander um ihrer selbst willen, sondern unter beständiger Beziehung auf das Hauptproblem aus einander möglichst anschaulich entwickelt, so die Methoden von Poinsot, von Euler, von Hamilton mit Benutzung der Quaternionen, endlich von Riemann, für den eine beliebige Drehung einer Kugel in eine gebrochene lineare Substitution einer complexen Variabeln übergeht, indem er die Kugelfläche durch stereographische Projektion auf die complexe Ebene überträgt. Die Coefficienten, α, β, γ, δ, sind nach Klein die einfachsten Bausteine für die analytische Behandlung, aus denen sich andere Elemente, wie die Eulerschen Winkel, oder die aus dem anfänglichen Zustand in einen beliebigen anderen überführende Ersatz-Drehung leicht ableiten lassen. Glücklicherweise benutzt er aber diese analytisch vorzüglichen, jedoch weniger anschaulichen Coordinaten nicht von vornherein zum selbständigen Aufbau der Theorie, sondern zeigt erst zuletzt, dafs auch dieses in sehr einfacher Weise möglich ist. Es werden sodann, im kinetischen Teile, die allgemeinen Sätze und Prinzipien der Mechanik abgeleitet, die dem Problem dienstbar gemacht werden können, sie werden nicht nur durch Formeln ausgedrückt, sondern auch geometrisch anschaulich durch Vektoren gedeutet. Grofser Wert wird auf den Impuls-Vektor gelegt, das ist für einen Massenpunkt der Anstofs, der ihn plötzlich aus dem Zustande der Ruhe in seine augenblickliche Bewegung versetzen könnte, entsprechend für einen drehbaren Körper das Achsenmoment desjenigen Paares von Momentankräften, welches die augenblickliche Bewegung plötzlich hervorbrächte. Die Poinsotschen Sätze über den Impuls-Vektor, dafs er z. B. bei der kräftefreien Bewegung im Raume constant bleibt, werden nach Hayward einfach abgeleitet, sie gestatten einen leichten Übergang zu den Eulerschen Formeln. Die Lagrangeschen Gleichungen, für alle Körper von 3 Freiheitsgraden identisch, werden durch Einführung des Impulses in eine sehr übersichtliche Gestalt gebracht. Sind nämlich φ, ψ, ϑ die Coordinaten und T die lebendige Kraft als Funktion von φ', ψ', ϑ', so ist z. B. $[\Phi], = \partial T/\partial\varphi'$, eine Coordinate des Impulses, und eine der Gleichungen lautet $d[\Phi]/dt - \partial T/\partial\varphi = \Phi$, wobei die Kraft-Componente Φ der Coefficient von $d\varphi$ in dem Differential die Arbeit bedeutet.

Die Zurückführung auf Quadraturen knüpft, wenn keine äufseren Kräfte da sind, an die Eulerschen, andernfalls — für den symmetrischen Kreisel — an die Lagrangeschen Gleichungen an. Entgegen dem modernen Zuge in der Mathematik, das Heil in allgemeinen Buchstaben-Formeln zu sehen, bezeichnet Klein, in Anknüpfung an ältere Mathematiker wie Gaufs, die numerische Berechnung und die graphische Darstellung als wesentliches Ziel der Lösung, wenigstens bei Aufgaben aus der angewandten Mathematik. Dementsprechend wird Schellbachs Buch über Theta-Funktionen hier mehrfach citiert. Die jetzt bevorzugte Weierstrafssche Form der elliptischen Integrale und die σ-Funktionen schienen für die numerische Rechnung keinen Fortschritt gegen die ältere Theorie zu bedeuten, daher wurden Jacobis Integralformen und die Theta-Funktionon benutzt. Zunächst werden mittels der Legendreschen Tafeln der elliptischen Integrale — die sich auch in Bertrands Calcul différentiel finden — die höchsten und tiefsten Stellen der Kurve bestimmt, welche der Schnittpunkt der Kreiselachse mit der Einheitskugel beschreibt. Die dazu ausgewählten typischen Fälle ergaben sich aus einer sehr eingehenden und übersichtlichen geometrischen Diskussion des Radikanden der Integrale.

Zu noch genauerer Kenntnis der Kurven gelangt man durch die numerische Bestimmung mehrerer Punkte jedes Kurvenzweiges. Zu diesem Zweck wird, indem man die Zeit als unabhängige Variable wählt, der Übergang zu den elliptischen Funktionen gemacht, die Riemannsche Fläche und die conforme Abbildung werden an dem vorliegenden Problem entwickelt, und daraus wird die Darstellbarkeit aller Elemente durch die Theta-Funktion gefolgert, wobei allerdings eine gewisse Bekanntschaft mit der Funktionentheorie dem Leser nützlich sein wird. Die in den Theta-Ausdrücken vorkommenden transcendenden Constanten werden als elliptische Integrale erster Gattung

*) Ein drittes Heft wird noch erscheinen.

den Legendreschen Tafeln entnommen, die weitere Berechnung macht dann bei der stets erreichbaren starken Convergenz der Theta-Reihen geringe Schwierigkeiten. Dafs man so aber eine „elementare" analytische Behandlung der Kreiselbewegung gewonnen habe, ist doch wohl eine für heutige Verhältnisse noch zu weitgehende Ausdehnung jenes Epithetons.

Durch Vergleich mit den für den Poinsotschen Fall des kräftelosen allgemeinen Kreisels entwickelten Theta-Formeln ergiebt sich der Jacobische Satz, dafs die Bewegung des schweren „Kugelkreisels" (d. h. des Kreisels mit 3 gleichen Haupt-Trägheitsmomenten) gleich ist der relativen Bewegung zweier kräftelos um denselben Punkt rotierender Körper, deren Herpoloiden-Kegel übereinstimmt.

Die einfachste Bewegung des schweren symmetrischen Kreisels ist die „reguläre Präcession", bei der die Achse einen Kreiskegel um die Vertikale beschreibt, die wichtigste ist die „pseudoreguläre Präcession", die zu stande kommt, wenn ein schnell rotierender Kreisel ohne seitlichen Anstofs der Achse losgelassen wird. Bei ihr ist der in die Augen fallenden Präcession eine winzige kaum erkennbare Nutation übergelagert. Durch Näherungsformeln und auch direkt mittels der Impulssätze wird gezeigt, dafs die Kreiselachse alsdann auf der Einheitskugel mikroskopische Cykloiden beschreibt, die einen Parallelkreis umkränzen. In der Fig. 28 (S. 209) ist hiernach die Höhe der Bogen viel zu grofs im Verhältnis zur Spannweite gezeichnet.

Die Auflösung des Paradoxons der Kreiselbewegung beruht nach Klein (S. 306) darauf, dafs die Beobachtung ungenau ist; die reine Präcession, die man zu sehen glaube, sei wohl für die Beschreibung der Bahn-Kurve ausschlaggebend, für die mechanische Erklärung sei aber gerade die geringfügige und leicht übersehene Nutation von Wichtigkeit. Als blofse Präcession betrachtet sei die Bewegung in der That unverständlich. Die analytische Behandlung bei Poisson und Kirchhoff schäle das mechanisch Wesentliche nicht gehörig aus den Formeln heraus, so dafs der Leser dort Gefahr laufe, gerade das Wichtige zu übersehen oder mangelhaft aufzufassen.

Für die pseudoreguläre Präcession des fast aufrechten Kreisels kommt der Verfasser (S. 341) zu umständlichen Näherungs-Ausdrücken, die sich nicht einfach deuten lassen. Dies liegt aber nur an der ungeeigneten Wahl der Coordinaten. Die Bahn wird eine Epicykloide, resp. Hypocykloide, wie ich in dieser Zeitschrift *IV 83* angegeben habe. Der dort nur angedeutete Satz, dafs ein Punkt eine Epicykloide beschreibt, wenn eine der Entfernung proportionale Centralkraft und zugleich eine der Geschwindigkeit proportionale und auf ihr senkrechte Kraft auf ihn wirken, ist seitdem geometrisch ausführlich behandelt in dieser Zeitschrift *X 26*. Die auf S. 332 des vorliegenden Buches gezeichneten Bahnen der Achse des angestofsenen, ursprünglich aufrechten, Kreisels können in der That als Hypocykloiden aufgefafst werden.

Hervorzuheben ist der Exkurs über die Stabilität der Bewegungen, der sich an das Benehmen des sogenannten schlafenden, durch einen Stofs aufgeweckten Kreisels anschliefst. Die hierfür besonders von Routh ausgebildete Methode der kleinen Schwingungen sei zwar unentbehrlich, da keine andere vorhanden sei, doch sei sie nicht streng, ihre Resultate bedürften immer einer genaueren Prüfung.

Eine gewisse Art wichtiger Betrachtungen tritt sehr zurück, nämlich diejenigen, wo eine aus dem Geschwindigkeitszustand eines Körpers abgeleitete Kraft selbst wieder modifizierend auf diesen Zustand einwirkt. Dahin gehören Poinsots Betrachtungen, wie die aus der Rotation eines um einen festen Punkt drehbaren Körpers entstehenden Centrifugalkräfte die Bewegung allmählich abändern (S. 145), dahin gehört ferner die Coriolissche Kraft (S. 180), die hier nur für einen speziellen Fall abgeleitet wird, nämlich für den, wo ein Punkt zwangsweise auf einem Meridian des rotierenden Erdballs bewegt wird, während doch ihr wesentlicher Wert erst erkannt wird, wenn sie einen auf eigner Spur einhertretenden freien Massenpunkt begleitet. Dahin gehört auch die von mir erkannte induzierte Kraft (d. Zeitschr. *II 103, 1888* und *IV 75, 1890*), welche die Bewegung des Kreisels als die Bewegung eines Punktes auf einer Kugelfläche auffassen lehrt. Dieses Ziel erreicht zwar auf anderem Wege auch Klein, aber die Kugelfläche ist bei ihm eine dreidimensionale im Raum von vier Dimensionen, und die wirkende Kraft ist nicht eine natürliche Verallgemeinerung der auf das sphärische Pendel wirkenden Schwerkraft. Ich will das Wesen der induzierten Kraft, ihrer Wichtigkeit wegen, hier kurz im Anschlufs an die Darstellungsweise des vorliegenden Buches auseinandersetzen.

Wir vergleichen zwei erzwungene Bewegungen des Kreisels miteinander, bei beiden beschreibe der Punkt P der Kreiselachse auf der Einheitskugel dieselbe Kurve nach demselben Gesetze. Das erste Mal rotiere der Kreisel nicht, das zweite Mal rotiere er mit der Geschwindigkeit Θ um seine Figurenachse. Auf diese beziehe sich das Trägheitsmoment Γ, auf die sekundären Hauptachsen, die zu ihr senkrecht stehen, beziehe sich A. In der ersten Bewegung repräsentiert jede Geschwindigkeit (ϑ) des Punktes P eine Rotation des Körpers um eine sekundäre Hauptachse, der zugehörige Impulsvektor ist $A\vartheta$. Dieser bleibt unverändert, wenn man den Kreisel ersetzt durch einen einzigen Massenpunkt A

auf seiner Figurenachse im Abstand 1 vom festen Punkt, denn dieser vereinfachte Kreisel hat für eine sekundäre Hauptachse auch das Trägheitsmoment A. Es sind daher die Impuls-Vektoren für den als Überbleibsel eines Kreisels betrachteten Massenpunkt A dieselben wie für den wirklichen Kreisel, folglich stimmen auch die Kräfte-Paare zur Unterhaltung der vorgeschriebenen Bewegung überein. Man kann aber die eine Kraft des Paares im Punkte P tangential zur Kugelfläche, die andere im festen Punkte angreifen lassen. Demnach wird die Bewegung (I) durch gerade dieselben Kräfte unterhalten, welche nötig sind, einen Massenpunkt A auf der Einheitskugel durch die vorgeschriebene Kurve zu führen.

Um die Bewegung (II) zu erzwingen, hat man beständig kleine Impulse zu erteilen, welche durch die unendlich kleinen geometrischen Änderungen des Impuls-Vektors dargestellt werden. Dieser besteht jetzt aus zwei Componenten, $A\vartheta$ um eine sekundäre, $\Gamma\Theta$ um die primäre Hauptachse. Die Änderungen jener verlangen, wie eben festgestellt, gerade dieselben Kräfte, welche vermögen, einen Massenpunkt A auf der Kugelfläche durch die Bahn des Punktes P zu führen. Die Änderung von $\Gamma\Theta$ in der Zeit dt ist geometrisch $\Gamma\Theta\vartheta dt$, die Richtung des Vektors ist parallel dem Kurvenelement ϑdt, also senkrecht zur Figurenachse. Es kommt daher für seine Wirkung das Trägheitsmoment A in Betracht, er sucht also die Kreiselachse senkrecht zur augenblicklichen Geschwindigkeit abzulenken, und zwar wieder eben so stark, als ob der Kreisel sich auf den Massenpunkt A reduzierte. Die unendlich kleinen Anstöfse setzen sich zu der in der Richtung der Kurven-Normale tangential zur Kugel wirkenden Kraft $\Gamma\Theta\vartheta$ zusammen.

Sind G, K, I drei zur Kugel tangentiale Kräfte, nämlich G eine Kraft, welche dasselbe Drehmoment hat wie das im Schwerpunkt wirkende Gewicht des Kreisels, ferner K die Kraft, welche die Bewegung des Punktes P von der Masse A auf seiner Bahn unterhält, endlich I die zuletzt abgeleitete zur Kurve normale Kraft, so mufs G die geometrische Summe von K und I sein, also K die geometrische Summe von G und $(-I)$, d. h. $(-I)$ ist die induzierte Normal-Kraft, die zu der äufsern Kraft G hinzugefügt, den selbständigen Massenpunkt von der Masse A ebenso sich bewegen läfst, wie der Punkt P der Achse des rotierenden Kreisels sich bewegt.

Für den Fall der regulären Präzession ist ϑ constant, die Bahn von P ein Parallelkreis, dessen Poldistanz $= \varphi$ oder Radius $= \sin\varphi$ sei. Der Impulsvektor $A\vartheta$ beschreibt die Polarfigur zu jenem, d. h. einen Parallelkreis von der Poldistanz $(\pi/2 + \varphi)$, vom Radius $\cos\varphi$. Die Geschwindigkeit des Impulsvektors ist daher $\vartheta\cot\varphi$, die Geschwindigkeit seines Endpunkts $= A\vartheta^2\cot\varphi$, dies ist zugleich die Kraft, welche soeben mit K bezeichnet wurde. Für G setzen wir $P\sin\varphi$. Dann ist

$$P\sin\varphi = \Gamma\Theta\vartheta - A\vartheta^2\cot\varphi.$$

Vergl. d. Zeitschr. *IV 76*.

Wenn man nach Klein (S. 48) die Präcessionsgeschwindigkeit ν einführt und die modifizierte Rotationsgeschwindigkeit μ, indem man den Rotationswinkel von der durch die Achse gelegten Vertikal-Ebene aus mifst, so wird

$$\Theta = \mu + \nu\cos\varphi, \qquad \vartheta = \nu\sin\varphi$$
$$P = \Gamma(\mu + \nu\cos\varphi)\,\nu - A\nu^2\cos\varphi,$$

was mit Kleins Formel (S. 177) übereinstimmt.

Klein sucht etwas unserer induzierten Kraft Ähnliches zu erreichen, indem er die Änderung des Impulsvektors in 2 Componenten zerlegt, parallel und senkrecht zur augenblicklichen Rotationsachse. Doch gesteht er selbst zu, dafs sich so nur für den „Kugelkreisel" etwas Brauchbares ergiebt. Er legt deshalb für die Erklärung der pseudoregulären Präcession und für andere populäre Betrachtungen den Kugelkreisel zu Grunde, was er damit rechtfertigt, dafs nach Darboux sich jeder symmetrische Kreisel immer durch einen Kugelkreisel ersetzen lasse, ohne dafs die Bewegung der Achse sich ändert. Dies ist aus dem Obigen offenbar. Selbst beim Kugelkreisel aber ist es naturgemäfs, den Impulsvektor im Raume nach der beweglichen Figurenachse und senkrecht dazu zu zerlegen, nicht parallel und senkrecht zu der augenblicklich festen Rotationsachse. Denn zu der Figurenachse gehört eine constante Rotationsgeschwindigkeit und constanter Impuls, zu der augenblicklichen Rotationsachse variable, sodafs hier neben dem Deviations- ein Accelerations-Widerstand sich ergiebt.

Meine frühere Ableitung der induzierten Kraft beim symmetrischen Kreisel (d. Ztschr. *IV 75*) nahm als Elementarbewegung eine gleichmäfsige Rotation der Achse in einer Ebene an. Um hieraus eine beliebige Bewegung der Kreiselachse abzuleiten, denkt man sich die Bahn des Punktes P auf der Kugel durch viele unendlich kleine Bogen gröfster Kreise ersetzt. Längs jedes Bogens erfordert dann die Umsetzung der Kreiselachse die Kraft $\Gamma\Theta\vartheta \perp \vartheta$, die dem Punkte P dieselben Geschwindigkeitszunahmen erteilen würde wie einem selbständigen Punkt von der Masse A. In den Endpunkten wird an der Rotation um die Figurenachse nichts geändert, wohl aber wird ϑ in ϑ_1 übergeführt, d. h. die

Rotation um eine ruhende sekundäre Achse plötzlich in die um eine andere derartige Achse verwandelt. Das Trägheitsmoment bleibt A. Der hierzu nötige Zusatz-Impuls vermag auch die Geschwindigkeit ϑ des Massenpunktes A plötzlich passend umzuändern.

Das Wesen der von Poggendorff gegebenen Erklärung wird meines Erachtens mit Unrecht darin gefunden, dafs er den Kreisel nicht als einheitliches System betrachte, sondern auf einzelne Massenpunkte zurückgehe. Das Herausgreifen der vier Massenpunkte ist eine unwesentliche Vereinfachung, sie macht lange Rechnungen, die den Kern der Sache verschleiern könnten, und die man im Notfall doch von der mathematischen Technik erwarten kann, überflüssig; physikalisch ist ein Kreuz mit vier Massenpunkten ein vollwertiger Kreisel und seine Bewegung so viel oder so wenig paradox wie die eines körperlichen Kreisels. Um die Betrachtungen über den letzteren ebenso durchsichtig darzustellen, wie die über einzelne Massenpunkte, hat man den Begriff des Trägheitsmoments und ähnliche eingeführt. Wenn die Integrale das Heil brächten, so verstände man nicht, wie so viele — nicht populäre, sondern wissenschaftliche — Werke über theoretische Mechanik oder Physik dem Leser hier ein sacrificium intellectus zumuten und seinen Glauben an die felsenfesten Grundlagen der Mechanik für diesen Zweck suspendieren können. Daher ist auch für das Befremdliche und Überraschende der Kreiselbewegung durchaus nicht, wie S. 300 geschehen, der Umstand verantwortlich zu machen, dafs man von der Punkt-Mechanik her immer an die abwärts gerichtete Wirkung der Schwerkraft auf den freien Massenpunkt denke.

An einer von Wanka und mir mittels der Punktmechanik umständlich behandelten Aufgabe (diese Ztschr. *IX 30*) wird gezeigt (S. 311 und S. 315), dafs die Anwendung des Impulsbegriffs das Resultat mit einer Einfachheit ergebe, die nichts zu wünschen übrig lasse. Das ist richtig, das Resultat aber selber falsch. Es enthält genau denselben Fehler, den ich (diese Ztschr. *IX 127*) berichtigt habe. Die induzierte Kraft, $\Gamma\Theta\vartheta$, entsteht nämlich, wenn die Kreiselachse mit fortdauernder gleichmäfsiger Winkelgeschwindigkeit ϑ in einer Ebene sich dreht; springt dagegen die Rotation des Kreisels um eine Lage der ruhenden Achse plötzlich über in eine Rotation um eine neue benachbarte Lage der ruhenden Achse, wie die hier präzisierte Fragestellung verlangt, so entsteht eine Kraft $A\Theta\vartheta$. Die Begründung hierfür ist in den voranstehenden Entwicklungen enthalten.

Dafs endlich in Poggendorffs Erklärung der Begriff der Coriolisschen Kraft beim einzelnen Massenpunkt „ersichtlich umschrieben“ sei (S. 315) und dafs ich diese dann formell eingeführt habe, ist nicht etwa eine durch meine Arbeit gestützte oder von mir geteilte Ansicht. Bei den Versuchen, zu erkennen, was in Poggendorffs Darlegung verständlich sei, leuchtete mir aus derselben der Begriff meiner „induzierten Kraft“ hervor, deren Wert ich teils für einfache Kreisel aus der Punktmechanik, teils für körperliche Kreisel zur Abkürzung mittels der Coriolisschen Kraft ableitete. Jene Kraft hat kein Analytiker aus den Gleichungen erkannt, ich selbst auch nicht, wohl aber habe ich, nachdem ich durch Anschauung des Experimentes auf ihre sichere Spur gekommen war, aus den mechanischen Gleichungen sie verifiziert (d. Ztschr. *IV 79*). Sie ist daher nicht etwa ein populärer Behelf, sondern ein mathematisch sicherer, notwendiger und unentbehrlicher Begriff.

Ich freue mich, durch das vorliegende Buch die Anregung erhalten zu haben, diese Kraft von einem etwas anderen Gesichtspunkte aus noch einmal in einer kurzen Form zu entwickeln. Schliefslich bemerke ich noch, dafs der Bearbeiter durch eine gewisse behagliche Breite der Darstellung erfolgreich bemüht gewesen ist, das Studium des Werkes zu erleichtern. *M. Koppe, Berlin.*

Grundzüge der Geschichte der Naturwissenschaften. Von Otto Jaeger, Rektor in Cannstadt. Stuttgart, Paul Neff, 1897, VIII und 120 S. M. 1,50, geb. 1,80.

Die hier gebotene Zusammenstellung sollte ursprünglich einen Abschnitt in einem gröfseren Geschichtswerke, das in demselben Verlage erschienen ist, bilden; aus Zweckmäfsigkeitsgründen ist sie als besondere Schrift erschienen und namentlich zum Gebrauch in den Oberklassen höherer Lehranstalten bestimmt. Es sind aufser Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie auch Zoologie, Botanik, Mineralogie und Medizin berücksichtigt. Der Stoff ist überdies nach Jahrhunderten (XVI. bis XIX.) gegliedert, denen ein Altertum und Mittelalter umfassender Abschnitt vorausgeht. Die Darstellung ist in fortlaufendem Text gegeben und beschränkt sich auf die hauptsächlichsten Daten. Zu einem Verständnis des Seins aus dem Werden vermag das Schriftchen schwerlich genügende Anleitung zu geben, ebensowenig zum Verständnis „des inneren Zusammenhangs einzelner Entwicklungsglieder“. Dazu würde doch ein näheres Eingehen auf das Sachliche erforderlich sein, als dies bei dem geringen Umfange des Schriftchens möglich ist. Es bietet im wesentlichen eine Aneinanderreihung von Namen und Entdeckungen. Im einzelnen sei bemerkt, dafs Keplers induktive Leistung nicht in einer Verallgemeinerung der Bewegungen des Planeten Mars bestand (S. 19), dafs Galilei das Trägheitsgesetz nicht in allgemeiner Form aufgestellt hat (S. 35), dafs Pascal nicht die Verwendbarkeit des Barometers zur Be-

stimmung von Höhendifferenzen lehrte (S. 36); es ist ferner keineswegs ausgemacht, dafs Mariotte das nach ihm benannte Gesetz unabhängig von Boyle aufgefunden hat. Die Schrift mag für eine erste Orientierung genügen; für die Gewinnung wirklicher historischer Einsichten innerhalb der Grenzen des Schulunterrichts dürften Bücher wie das von Dannemann (d. Ztschr. *X 262*) vorzuziehen sein. *P.*

Über sichtbares und unsichtbares Licht. Eine Reihe von Vorlesungen, gehalten an der Royal Institution von Grofs-Britannien von Silvanus P. Thompson, Professor der Physik und Direktor am City and Guilds Technical College zu London. Deutsche Ausgabe von Prof. Dr. Otto Lummer, Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg. Mit ca. 150 in den Text gedruckten Abbildungen und 10 Tafeln. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1898. IX u. 229 S. 9 M.

In den letzten Jahren sind auf dem Grenzgebiet der Optik und Elektrizität so grofse Fortschritte gemacht worden, dafs eine gemeinverständliche Darstellung dieser neuen Errungenschaften erforderlich war. Dieses Bedürfnis hat Thompson durch die Veröffentlichung seiner glänzenden Vorlesungen, die über Licht und Schatten, sichtbares Spektrum und Auge, Polarisation des Lichtes, unsichtbares (ultraviolettes und ultrarotes) Spektrum und Röntgenstrahlen handeln, meisterhaft befriedigt. Von dem optischen Gebiet sind die Spektralanalyse, der Bau und die Lehre von den optischen Instrumenten, der gröfsere Teil der Farbenlehre weggelassen; auf die Interferenz- und Beugungserscheinungen ist nur kurz hingedeutet. Die Anhänge enthalten ein neues Lehrverfahren der geometrischen Optik, die anomale Brechung und Dispersion, die elastische Lichtlehre, eine Tafel der Wellenlängen und der zugehörigen Schwingungszahlen, die elektromagnetische Lichtlehre und Mitteilungen über neue Arten unsichtbaren Lichtes. Man könnte das behandelte Gebiet kurz die Lehre von der Strahlung nennen. Thompson verwirft jedoch diese Bezeichnung, da das Wort „Strahlung“ nicht in zweierlei Bedeutung gebraucht werden dürfe; wenn es für den „Akt der Strahlung“ benutzt werde, dann solle für das Ausgestrahlte, nämlich die Wellen, ein anderer Ausdruck, „Licht“, gebraucht werden. Er verteidigt diese Bezeichnungsweise, indem er darauf hinweist, dafs die unsichtbaren Lichtwellen sich physikalisch wie die wirklichen vom Auge wahrgenommenen Lichtwellen verhalten. Lummer bemerkt dazu, dafs alle durch „Strahlung“, d. h. durch Ätherwellen, wirksamen Kräfte dem Lichte doch nur in der Art, wie sie von dem wirkenden Körper, der Strahlungsquelle, zu dem bestrahlten Körper übertragen werden, nicht aber in ihrer Wirkung ähnlich seien. Gemeinsam sei allen diesen „Wellen“, dafs sie eine gewisse Energie mit sich führen, die sie vom Sitze der Kraft, der Strahlungsquelle, auf den bestrahlten Körper übertragen. Von der Beschaffenheit des strahlenden und des bestrahlten Körpers hänge aber die als „Wirkung“ sich äufsernde vermittelte Energie ab. Wolle man also alle Wellen unter einem Namen zusammenfassen, so müsse man von dem bestrahlten Körper absehen und nur das allen Wellen gemeinsame Merkmal hervorheben. „Ätherwellen“ oder „Energiewellen“ scheint Lummer daher ein richtigerer Ausdruck zu sein als „Lichtwellen“. Ich mache darauf aufmerksam, dafs Helmholtz bereits in seinem am 28. Juni 1852 zu Königsberg gehaltenen Habilitations-Vortrage „Über die Natur der menschlichen Sinnesempfindungen“, *Wiss. Abh. II 603*, die Bezeichnung „unsichtbares Licht“ in demselben Sinne wie Thompson gebraucht hat. — Nach der Sitte der Weihnachts-Vorlesungen an der Royal Institution hat Thompson die in gemeinverständlicher Form vorgetragenen wissenschaftlichen Thatsachen und Lehren, die die neuesten Fortschritte berücksichtigen, soweit als nur möglich durch zahlreiche prächtige, neue und für den Unterricht höchst wertvolle Versuche, Apparate und Modelle anschaulich gemacht. Es ist überflüssig, hier auf Einzelheiten einzugehen, da jeder Lehrer, der bestrebt ist, seine Schulversuche zu vervollkommnen, das vorliegende Buch auf das gründlichste durcharbeiten wird. — Auch in den Lehrverfahren enthält das Buch mehrere sehr beachtenswerte Neuerungen. Thompson ist der Ansicht, dafs das altehrwürdige Lehrverfahren der geometrischen Optik, bei dem die wellenartige Natur des Lichtes standhaft nicht beachtet wird, grundfalsch sei, er hat daher in dem ersten Anhang eine neue Behandlungsweise ausführlich entwickelt und zur Herleitung der Formeln für Linsen und Spiegel benutzt. Er berührt sich hier mit der Darstellung Lummers, der im zweiten Bande der neuesten Auflage von *Müller-Pouillet* den Zusammenhang zwischen Bildentstehung im Sinne der geometrischen Optik (Strahlenlehre) und der Wellenlehre des Lichtes ausführlich behandelt hat, und ebenfalls der Meinung ist, dafs die Wellenlehre des Lichtes bei der Ableitung der Abbildungsgesetze mehr Berücksichtigung als bisher verdient. — Die grundlegenden Versuche, die die Ansicht von der elektromagnetischen Natur aller Ätherwellen stützen, hat Thompson ohne grofse Umständlichkeit der Gedanken und Worte auseinandergesetzt und so von neuem den Beweis geliefert, dafs Versuche ein wesentliches Hülfsmittel bei der Einführung in die Lehren der Naturwissenschaften sind. — Viele der in dem Buche entwickelten Vorstellungen, z. B. die von der

Polarisation des Lichtes, werden meist für sehr schwer gehalten. Doch beruht die Schwierigkeit nicht in dem Stoffe selbst, sondern in der Art der Darstellung. Durch langjährige Erfahrung hat Thompson gefunden, dafs selbst Leute von geringem Verstand, ja sogar Kinder, die hauptsächlichsten Erscheinungen der Polarisation verstehen, vorausgesetzt, dafs der Stoff in einer neuen, von pedantischen Ausdrücken befreiten Weise vorgetragen und durch geeignete Modelle erläutert wird. — Lummer gab den Darlegungen Thompsons in der deutschen Ausgabe einen klaren und leicht verständlichen Ausdruck, wobei er sich mehr an den Sinn, als an die Worte des Textes hielt, pafste sie durch Weglassung einiger nur für Engländer wertvollen Stellen und durch Hinzufügung von Anmerkungen dem Standpunkt deutscher Leser, deutscher Forschung und seinem eigenen Standpunkt an und schuf so ein durchaus frisch geschriebenes Buch, dem man den fremdsprachlichen Ursprung nur an einigen ohne Not beibehaltenen Fremdwörtern anmerkt. In der Abbildung 124 des englischen Werkes, die Lodges Anordnung der Hertzschen Versuche darstellt, ist der Wellenerzeuger mit „Sender“ bezeichnet, in dem entsprechenden Bild (112) der deutschen Ausgabe ist dafür „Oscillator“ gesetzt. Das englische Buch ist überaus prächtig ausgestattet, ebenso das deutsche, bei dem alle englischen Bildstöcke benutzt wurden, die keine Bezeichnungen in Worten enthielten. Wo solche vorhanden waren, wurden neue Abbildungen hergestellt, die leider erheblich schlechter als ihre englischen Vorlagen sind. *H. H.-M.*

Lehrbuch der Physik. Von J. Violle, Professor an der École Normale zu Paris. Deutsche Ausgabe von E. Gumlich, W. Jaeger, St. Lindeck. Zweiter Teil: Akustik und Optik. Zweiter Band. Geometrische Optik. Mit 270 in den Text gedruckten Figuren. Berlin, J. Springer, 1897. VIII u. 675 S. M. 8, geb. M. 9,20.

Die früheren Bände dieses trefflichen Werkes sind in dieser Zeitschrift *V, 219; VI, 265* und *VIII, 265* besprochen worden. Alle dort hervorgehobenen Vorzüge, grofse Klarheit und Vornehmheit der Darstellung, glückliche Zusammenfassung von Theorie und Erfahrung, besonnene, geschmackvolle und doch kräftige Handhabung der mathematischen Hülfsmittel und eingehende Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung zeichnen auch diesen Band aus, der in fünf Kapiteln die geradlinige Fortpflanzung, die Spiegelung, die Brechung und die Zerstreuung des Lichtes und die Lehre von den optischen Instrumenten vom Standpunkt der Strahlenlehre aus eingehend behandelt. Die Herausgeber haben ihre treffliche Übersetzung durch zahlreiche und wertvolle Anmerkungen völlig den Bedürfnissen deutscher Leser angepafst. Bei der Besprechung der Projektionsapparate wäre jedoch ein Hinweis auf die optischen Bänke von Schmidt & Haensch, Zeiss und Fuefs wünschenswert gewesen. Der noch ausstehende Band über physikalische Optik bietet noch Gelegenheit, nachträglich auf diese tüchtigen Leistungen gebührend aufmerksam zu machen. Der vorliegende Band umfafst die Teile der Optik, die hauptsächlich auf den Schulen behandelt werden, und ist ein vorzügliches Hülfsmittel zur gründlichen Vorbereitung auf den Unterricht. *H. H.-M.*

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1897-98. Enthaltend die hervorragendsten Fortschritte auf den Gebieten: Physik, Chemie und chemische Technologie; angewandte Mechanik; Meteorologie und physikalische Geographie; Astronomie und mathematische Geographie; Zoologie und Botanik; Forst- und Landwirtschaft; Mineralogie und Geologie; Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte; Gesundheitspflege, Medizin und Physiologie; Länder- und Völkerkunde; Handel, Industrie und Verkehr. XIII. Jahrgang. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. Max Wildermann. Mit 39 in den Text gedruckten Abbildungen und zwei Karten. Freiburg i. B., Herdersche Verlagshandlung, 1898. XII u. 532 S. 6 M.; geb. 7 M.

Schon früher ist der Charakter dieser Jahrbücher dargelegt; auch der vorliegende Jahrgang erfüllt den Zweck, eine übersichtliche leicht verständliche Darstellung der wichtigsten neuen Errungenschaften auf den Gebieten der Naturwissenschaften und ihrer Anwendungen zu geben, in trefflicher Weise. Die vollständigen Jahresberichte für die einzelnen Wissenschaften werden dadurch nicht entbehrlich, ihre Notwendigkeit tritt gerade bei diesen kurzen Auszügen erst recht hervor. Für Schulen ist das Jahrbuch sehr empfehlenswert. Der Herausgeber hat die Physik 1—72, Mechanik 349 ff. und Handel, Gewerbe und Industrie 392 ff. bearbeitet. Die übrigen Bearbeiter sind die Herren Hovestadt: Chemie, H. Baumhauer: Mineralogie und Geologie, H. Reeker: Zoologie, O. E. R. Zimmermann: Botanik, P. Schuster: Landwirtschaft, J. Franz: Astronomie, W. Robert: Meteorologie, F. X. Gigglsberger: Gesundheitspflege, Medizin, Physiologie, J. Scheuffgen: Anthropologie, Ethnologie und Naturgeschichte, P. Behr: Verkehr, Länder- und Völkerkunde. Über die Auswahl der Stoffe wird man in einzelnen Fällen anderer Meinung sein; ein Namen- und Sachregister erleichtert den Überblick.

Schwalbe.

Jahrbuch der Chemie. Bericht über die wichtigsten Fortschritte der reinen und angewandten Chemie, herausgegeben von Richard Meyer. VI. Jahrgang, 1896. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn 1897. VII. Jahrgang. 1897. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1898.

In unmittelbarem schnellen Anschlufs an die zerstreuten Publikationen des Jahres folgen die Jahrbücher, welche einen trefflichen und klaren Überblick über die hauptsächlichsten Fortschritte der Chemie mit ihren verschiedenen Zweigen gestatten und auch die Technik in genügender Weise berücksichtigten. Die Abschnitte sind (1897): I. Physikalische Chemie von F. W. Küster 1—64; II. Anorganische Chemie von K. Seubert 65—112; III. Organische Chemie von C. A. Bischoff 113—201; IV. Physiologische Chemie von Fr. Röhmann 202—227; V. Pharmaceutische Chemie von H. Beckurts 228—234; VI. Chemie der Nahrungs- und Genufsmittel von H. Beckurts 235—243; VII. Agrikulturchemie von M. Märcker und N. Naumann 244—256; VIII. Metallurgie von E. T. Dürre 251—290; IX. Brenn- und Explosivstoffe, anorganisch-chemische Technik von C. Häufsermann 291—325; X. Technologie der Kohlehydrate und Gährungsgewerbe von M. Märcker, W. Naumann und L. Bühring 326—365 (früher nur die beiden ersten); XI. Technologie der Fette und Erdöle von J. Lewkowitsch 366—390; XII. Theer- und Farbenchemie von R. Meyer 391—464; XIII. Chemische Technologie der Spinnfasern von P. Friedländer 465—480; XIV. Photographie von J. M. Eder und E. Valenta 481—494. — Den Schlufs bildet ein Sach- und Autorenregister.

Im vorletzten Bande 1896 sind Einteilung und Bearbeiter dieselben gewesen, so dass eine vollständige Continuität gewahrt ist.

Schon früher ist bemerkt worden, dafs neben den grofsen umfangreichen Jahresberichten (Fittica) die für die wissenschaftlichen Forscher unentbehrlich sind, gerade diese Jahrbücher für Schulen an denen Chemie in verhältnismäfsig geringem Umfange getrieben werden kann, notwendig erscheinen; der Unterricht wird nur gedeihen, wenn der Lehrer sich mit den Fortschritten der Wissenschaft und Technik vertraut erhält. Dieses ermöglichen die Jahrbücher und so sollten diese Berichte in keiner Lehrerbibliothek einer Realanstalt fehlen. *Schw.*

Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und dessen praktische Anwendungen bearbeitet von Dr. H. Landolt (unter Mitwirkung von O. Schönrock, P. Lindner u. a.). Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn. 1—655. 1898. 18 M.

Solche speziellen wissenschaftlichen Monographieen haben den hohen Wert, dafs sie für eine bestimmte Zeit den gesamten Schatz des Wissens in übersichtlicher Darstellung angeben, die zugleich durch hinzugefügte Litteraturvermerke das Zurückgehen auf die Originalarbeit gestattet.

Die schon früher in erster Auflage erschienene Monographie entspricht diesen Forderungen in vollem Mafse, wofür auch das Erscheinen in neuer Auflage spricht, die die Untersuchungen auf dem bezeichneten Gebiete bis in die neueste Zeit enthält. Der Stoff ist inzwischen so umfangreich geworden, dafs Herr Landolt, dem wir so viele Untersuchungen auf dem Gebiete verdanken, die Bearbeitung z. T. bewährten Hülfskräften übergeben mufste. Der Umfang des Buches gestattete nicht über die Darstellung der einzelnen Stoffe Mitteilungen zu machen, ebenso wenig konnten alle Zahlenresultate berücksichtigt werden. Den Zweck des Werkes, als Lehr- und Handbuch ein möglichst vollständiges Bild der Kenntnisse über optisches Drehungsvermögen zu geben, erfüllt die neue Auflage in vollem Mafse. Die Fülle des berücksichtigten Stoffes und die Zweckmäfsigkeit der Anordnung geht schon aus dem Inhalt hervor, ebenso wie aus dem Register der aktiven Substanzen (ca. 1500). Ein Sachregister erleichtert überdies die Orientierung. Die Hauptabschnitte des Inhalts (XI—XXII) mögen hier erwähnt werden. — Erster Teil: I. Einleitung. Bezeichnungen und Rechnungsformeln; II. Klassifikation der aktiven Substanzen; III. Natur des Drehungsvermögens; IV. Beziehungen zwischen Drehungsvermögen und chemischer Constitution der Kohlenstoffverbindungen; V. Optische Modifikationen (Antipoden, Racemkörper, aktive Isomere etc.). — Zweiter Teil: Physikalische Gesetze der Cirkularpolarisation. — Dritter Teil: Zahlenwert des Drehungsvermögens. Spezifische Drehung. I. Constante spezifische Drehung gelöster Substanzen; II. Veränderliche spezifische Drehung gelöster Substanzen (Abhängigkeit von der Conzentration und Natur des Lösungsmittels — Temperatur, Dissociation —, spezifische Drehung complizierter Systeme: Weinsäure, Zucker etc. Multirotation, Drehung und Constitution). — Vierter Teil: Apparate und Methoden zur Bestimmung der spezifischen Drehung (Schönrock). — Fünfter Teil: Praktische Anwendungen des optischen Drehungsvermögens (F. Schütt). — Sechster Teil: Rotationsconstanten aktiver Substanzen (Berndt, Landolt, Posner, Rimbach.) *Schw.*

Die Praxis der Molekelgewichtsbestimmung. Von H. Biltz. Berlin. Fischers medizinische Buchhandlung. 1898. 43 Abbild. VIII u. 170 S. 3,60 M.

Der Zweck des vorliegenden Buches ist, dem praktischen Chemiker in complizierten Fällen der Molekulargewichtsbestimmung, wo die kurzen, in den gewöhnlichen Leitfäden und Lehrbüchern sich findenden Anweisungen nicht ausreichen, eine vollständige Auskunft und Anleitung zu geben und auf die schon vorhandenen Arbeiten hinzuweisen. Zu diesem Zweck sind die Litteraturangaben sehr eingehend und zahlreich. Besondere Sorgfalt ist auf die Diskussion der Versuchsergebnisse gelegt. An der Hand von praktischen Beispielen und Zahlenbelegen, meist in sehr anschaulicher graphischer Darstellung, werden die Vorzüge und Nachteile der verschiedenen Methoden dargelegt. Aufserdem giebt der Verf. eine Fülle von kleinen Handgriffen, die er in seiner langjährigen Praxis erprobt hat. Jedem Kapitel ist eine kurze theoretische Einleitung, welche ganz elementar gehalten ist, vorausgeschickt. — Verf. bespricht zuerst die Ableitung des Molekulargewichts aus der Dampfdichte; er behandelt die Victor Meyersche Methode, namentlich das Arbeiten bei hohen Temperaturen, besonders ausführlich, in zweiter Linie die Dumassche Methode. Der zweite Abschnitt des Buches ist den osmotischen Methoden gewidmet, hauptsächlich der Gefrier- und der Siedemethode. Die dritte hierher gehörende Methode (die Ableitung des Molekulargewichts aus der Löslichkeitserniedrigung) hat für die Bestimmung von Molekulargewichten nur theoretisches Interesse. Die hübsche Landsbergersche Modifikation der Siedemethode (Erhitzen der Lösung mit dem Dampf des Lösungsmittels, nicht mit der freien Flamme) konnte leider noch nicht berücksichtigt werden, sie fehlt also in dem sonst so vollständigen und ausführlichen Abschnitt. Zum Schlufs bespricht der Verf. — allerdings mit aller Reserve — die theoretisch nicht zu begründende Ableitung des Molekulargewichts einer festen oder flüssigen Substanz aus ihrem spezifischen Gewicht (Methode von Isidor Traube).

W. Roth.

Tafel der geologischen Wand im Humboldthain zu Berlin in den Farben der Gesteine. Ein Anschauungsmittel zur Einführung in die Lehre von dem Bau und den Schätzen der Erdrinde in unserem Vaterlande. Von Oberlehrer Dr. E. Zache. Berlin 1898. Verlag von P. Stankiewicz' Buchdruckerei. Länge der Tafel 2 m. Preis 10 M.

Die vorliegende Tafel ist eine wohlgelungene Nachbildung der aus den wichtigsten Gesteinen Deutschlands aufgebauten geologischen Wand im Humboldthain zu Berlin. Sie kann ohne Zweifel wesentlich dazu beitragen, das Interesse an dem so lehrreichen Unterrichtsgegenstand zu erhöhen und ist als ein wertvolles Anschauungsmittel für diesen Unterricht selbst zu bezeichnen. Sie sei daher allen Schulen, die eine gröfsere Zeit auf die Geologie verwenden können, angelegentlich empfohlen. Nur wenige Wünsche seien hier ausgedrückt. Von den Stafsfurter Abraumsalzen hätte noch die wichtige Kieseritregion dargestellt werden können, gegebenenfalls, in der Wand selbst, durch ein Ersatzstück wie beim Carnallit. In der Steinkohlenformation hätten wir, statt der zwei von relativ ziemlich mächtigen Thonschieferablagerungen begleiteten Steinkohlenlager, gern eine Anordnung verwirklicht gesehen, welche eine gröfsere Anzahl von Lagern geringerer Mächtigkeit aufweist — was sich wohl unschwer ausführen liefse —, um so das Charakteristische dieser Formation, den oft hundertfältigen Wechsel der Übereinanderschichtung wenigstens anzudeuten. Diese geringfügigen Ausstellungen sollen den Wert des Ganzen nicht beeinträchtigen. Angesichts dieses Hülfsmittels ist aufs neue zu bedauern, dafs einem so fruchtbringenden Unterrichtszweig im Lehrplan der höheren Schulen nur so wenig Raum gegönnt ist, — so dafs beispielsweise auf dem Gymnasium, seitdem durch die neuen Lehrpläne die Mineralogie als Unterrichtsfach abgeschafft und die Chemie so wesentlich beschränkt worden ist, eine Einführung in die wichtigsten geologischen Grundbegriffe zur Unmöglichkeit wird.

O. Ohmann.

Programm-Abhandlungen.

Die Diakaustik des Kreises. Von Wilhelm Guthjahr. Mit zwei Tafeln. (Sophien-Gymnasium zu Berlin, Ostern 1898.) Pr.-No. 64. 28 S.

Während die mathematische Bestimmung der kaustischen Flächen sphärischer Spiegel ziemlich einfach ist, wird die für die praktische Optik besonders wichtige Bestimmung der Brennfläche für ein Strahlensystem, das aus einem homocentrischen Bündel durch Brechung an einem System centrierter sphärischer Flächen entsteht, um so schwieriger. Da die Gleichung dieser Flächen ganz allgemein nicht aufgestellt werden konnte, hat die Forschung einen andern Weg eingeschlagen: Man hat sie durch Annäherung zu bestimmen gesucht und ist jetzt so weit gekommen, dafs man die Flächen für beliebige optische Systeme, selbst für die neueren photographischen, die bei ziemlich grofser Öffnung grofsen Bildwinkel verlangen, auch für nicht axiale Lage der leuchtenden Punkte mit für die

Praxis hinreichender Genauigkeit berechnen und zur Lösung praktischer Aufgaben benutzen kann. Selbst Modelle solcher Flächen sind in der Sammlung mathematischer Modelle von Brill erschienen. Der Verfasser des vorliegenden Programmes berücksichtigt in ihm diese neuere Forschungsrichtung nicht. Er will nur ein ganz spezielles Problem, die Bestimmung der diakaustischen Kurve eines Kreises, ganz allgemein analytisch lösen. In der That ist es ihm gelungen, in ziemlich einfacher und eleganter Weise die Formeln für die Coordinaten der Kurvenpunkte, für die Tangenten und die Krümmung aufzustellen. Auf Grund derselben diskutiert er die Gestalt der Kurven ausführlich und fügt zur Erläuterung auf zwei Tafeln Zeichnungen der Kurven für die verschiedenen Lagen des leuchtenden Punktes bei. Wenn eine solche Lösung auch physikalisch nicht von grofser Bedeutung ist — der Verfasser erwähnt selbst gar keine physikalischen Anwendungen der erhaltenen Resultate, — so ist sie doch mathematisch ganz interessant und kann als schönes Beispiel für die Diskussion von Kurvengleichungen mit Hülfe der Differentialrechnung verwertet werden. Eine ziemliche Zahl von Druckfehlern in den Formeln stört einigermafsen; die schönen Zeichnungen der Kurven aber verdienen besondere Anerkennung. *Götting.*

Reichs-Gesetz über elektrische Mafseinheiten vom 1. Juni 1898[1]).

Dies Gesetz ist zwar zunächst nur für den gewerblichen Verkehr bestimmt, es wird aber selbstverständlich ähnlich wie die Mafs- und Gewichtsordnung von nun an für den Gebrauch der elektrischen Mafseinheiten in den Schulen des Deutschen Reiches mafsgebend sein. Im nachfolgenden werden die Satzungen, die für diese Anstalten in Betracht kommen, und die Begründung zu § 5 mitgeteilt.

§ 1. Die gesetzlichen Einheiten für elektrische Messungen sind das Ohm, das Ampere und das Volt.

§ 2. Das Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstandes. Es wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises, deren Länge bei durchweg gleichem, einem Quadratmillimeter gleich zu achtendem Querschnitt 106,3 Centimeter und deren Masse 14,4521 Gramm beträgt.

§ 3. Das Ampere ist die Einheit der elektrischen Stromstärke. Es wird dargestellt durch den unveränderlichen elektrischen Strom, welcher bei dem Durchgange durch eine wässerige Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 0,001118 Gramm Silber niederschlägt.

§ 4. Das Volt ist die Einheit der elektromotorischen Kraft. Es wird dargestellt durch die elektromotorische Kraft, welche in einem Leiter, dessen Widerstand ein Ohm beträgt, einen elektrischen Strom von einem Ampere erzeugt.

§ 5. Der Bundesrat ist ermächtigt,

a) die Bedingungen festzusetzen, unter denen bei Darstellung des Ampere (§ 3) die Abscheidung des Silbers stattzufinden hat,

b) Bezeichnungen für die Einheiten der Elektrizitätsmenge, der elektrischen Arbeit und Leistung, der elektrischen Kapazität und der elektrischen Induktion festzusetzen,

c) Bezeichnungen für die Vielfachen und Teile der elektrischen Einheiten (§§ 1, 5b) vorzuschreiben,

d) zu bestimmen, in welcher Weise die Stärke, die elektromotorische Kraft, die Arbeit und Leistung der Wechselströme zu berechnen ist.

§ 7. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat Quecksilbernormale des Ohm herzustellen und für deren Controle und sichere Aufbewahrung an verschiedenen Orten zu sorgen. Der Widerstandswert von Normalen aus festen Metallen, welche zu den Beglaubigungsarbeiten dienen, ist durch alljährlich zu wiederholende Vergleichungen mit den Quecksilbernormalen sicherzustellen.

§ 8. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat für die Ausgabe amtlich beglaubigter Widerstände und galvanischer Normalelemente zur Ermittelung der Stromstärken und Spannungen Sorge zu tragen.

§ 9. Die amtliche Prüfung und Beglaubigung elektrischer Mefsgeräte erfolgt durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Der Reichskanzler kann die Befugnis hierzu auch anderen Stellen übertragen. Alle zur Ausführung der amtlichen Prüfung benutzten Normale und Normalgeräte müssen durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt beglaubigt sein.

[1]) *Reichs-Gesetzblatt No. 26, S. 905, 1898. No. 181 der Drucksachen des Reichstages, Session 1897/98.* Vergl. dazu *Zeitschr. f. Instrumentenkunde XVIII 213 u. XIII, Beilage zum Februarheft* und *diese Zeitschr. VII 209.*

Begründung.

Zu § 5. Im § 5 ist dem Bundesrate die Ermächtigung zum Erlasse gewisser ergänzenden Bestimmungen beigelegt, deren Festlegung im Gesetz nicht angezeigt erscheint, um nicht den Weg der Gesetzgebung beschreiten zu müssen, falls, dem Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung entsprechend, für ihre Verbesserung Sorge getragen werden mufs.

Zunächst bezweckt die Bestimmung unter a), für den Erlafs von Vorschriften über den Gebrauch des Silbervoltameters die gesetzliche Grundlage zu schaffen.

Es ist ausgeschlossen, dafs die gebräuchlichen abkürzenden Bezeichnungen wie „Coulomb", „Watt", „Farad" und „Quadrant" oder „Henry" für die Einheiten der Elektrizitätsmenge, elektrischen Arbeitsleistung, elektrischen Kapazität und elektrischen Induktion eine gesetzliche Definition erfordern, soweit gleichgerichtete Ströme in Frage kommen, da in diesem Falle Zweifel über die genannten Bezeichnungen nicht möglich sind, sobald die Grundeinheiten Ohm, Ampere und Volt feststehen. Für den Verkehr mit Wechselströmen freilich wird voraussichtlich eine Definition der Arbeitsleistung notwendig werden. Die Einheit dieser Leistung, das „Watt", in das Gesetz aufzunehmen, würde also an und für sich wünschenswert sein. Dies setzt aber voraus, dafs auch eine gesetzliche Definition der Einheit erfolgt. Eine solche ist aber aus den weiter unten angegebenen Gründen zur Zeit noch nicht möglich. Daher ist auch der Name für die Einheit bis zu der Verordnung aufzuschieben, durch welche der Bundesrat die Definition derselben auf Grund der Bestimmung unter d) aufstellen wird. Als ein fernerer Grund gegen die Aufnahme anderer gesetzlicher Bezeichnungen als Ohm, Ampere und Volt kommt der Umstand hinzu, dafs die englische und die französische Gesetzgebung, mit welcher der vorgelegte Entwurf sich in möglichster Übereinstimmung hält, gleichfalls weitere Einheiten nicht benannt hat.

Die Vorschrift unter c) hat die Vorsätze, wie Mega-, Kilo-, Milli- oder Mikro- im Auge. Es gelten dieselben Erwägungen wie für § 5b.

Die Aufnahme der Vorschrift unter d) in das Gesetz ist nötig, um für die Anwendung der gesetzlichen Einheiten auf den Verkehr mit Wechselströmen einheitliche Grundsätze aufstellen zu können. Es bestand ursprünglich die Absicht, die Begriffe der Stromstärke und Spannung für Wechselströme in das Gesetz aufzunehmen, wodurch zugleich der wichtigste Begriff der Arbeitsleistung festgestellt worden wäre. Eine im Jahre 1893 stattgehabte Umfrage bei sachverständigen technischen Stellen ergab jedoch, dafs man dort eine solche Mafsregel als verfrüht betrachtete. Die diesbezüglichen Paragraphen des ursprünglichen Gesetzentwurfes sind auf den damals ausdrücklich geäufserten Wunsch wieder gestrichen worden. Aus demselben Grunde hat man auch auf dem Chicagoer Congresse davon Abstand genommen, die Frage der Wechselströme mit zum Austrage zu bringen. Denn die Schwierigkeit, für Wechselströme verständliche eindeutige Definitionen zu geben, von denen angenommen werden kann, dafs alle beteiligten Kreise dauernd damit einverstanden sind, und dafs diese Begriffe also reif sind, um einem Gesetz eingefügt zu werden, ist bis jetzt nicht gehoben. Sie liegt darin, dafs die Gröfsen, welche die Arbeitsleistung eines Stromes bestimmen, nämlich die Begriffe Stromstärke und Spannung, sich bei Wechselstrom nur mittels Bezeichnungen der höheren Mathematik darstellen lassen. Andere erschöpfende Begriffsbestimmungen jener Arbeitsleistung aber lassen sich nicht in kurzen Ausdrücken geben, weil die Gestalt, in der die Arbeit gewonnen wird, eine mannigfaltige ist. Daher ist diese Bestimmung der Verordnung des Bundesrats überlassen, vor deren Erlafs durch eine Beratung der beteiligten Kreise die wünschenswerte Fassung festzusetzen sein wird.

Versammlungen und Vereine.

Der achte naturwissenschaftliche Ferienkursus zu Berlin vom 13. bis 23. April 1898.

An dem unter Leitung der Herren Direktoren Schwalbe und Vogel abgehaltenen Kursus nahmen 35 Lehrer an den höheren Lehranstalten der östlichen Provinzen Preufsens teil, denen sich eine grofse Anzahl von nicht einberufenen Amtsgenossen aus Berlin und Umgegend, sowie einige Herren, die besonderes Interesse für einzelne Vorlesungen und die Einrichtung der Ferienkurse überhaupt hatten, hinzugesellten. Sein Gepräge erhielt dieser Ferienkursus durch den Versuch, die Technologie neben den rein wissenschaftlichen Vorlesungen in geeigneter Weise zu berücksichtigen. Eingehende Berichte über die veranstalteten Vorlesungen und Besichtigungen, die die Vortragenden zum gröfsten Teile selbst gegeben haben, veröffentlichte Herr Dir. Schwalbe in der *Naturw. Wochenschrift XIII 373, 385 und 397.*

Prof. A. König besprach in seinen Vorlesungen über neuere Forschungen auf dem Gebiete der physiologischen Optik zunächst den Bau des Auges, insbesondere den der Netz-

haut, wobei er die Fortschritte hervorhob, die man Golgi und Ramon y Cajal verdankt. Dann schilderte er den Stand der Kenntnisse auf dem Gebiete des normalen und anomalen Farbensehens, wie er etwa bis zum Jahre 1860 erreicht war, und zeigte, dafs die ältere Form der Young-Helmholtzschen Farbentheorie eine völlig zureichende Erklärung für die damals bekannten Thatsachen gab. Neue Beobachtungen veranlafsten dann in der Mitte der siebziger Jahre E. Hering zur Aufstellung seiner Theorie der Gegenfarben, die bald grofse Anerkennung fand. In der letzten Hälfte der achtziger Jahre stellten dann A. König und seine Mitarbeiter, C. Dieterici, E. Brodhun und E. Tonn quantitative Versuche an, deren Ergebnisse der Heringschen Theorie widersprachen und wiederum zur Young-Helmholtzschen Theorie freilich mit gewissen eingreifenden Umgestaltungen zurückführten. Die neueste und letzte Stufe wurde erreicht durch Beobachtungen an Totalfarbenblinden, durch Beobachtungen bei sehr geringer absoluter Intensität und durch Messung der Absorptionskurve des Sehpurpurs. Aus diesen Beobachtungen gingen dann die Farbentheorieen von J. von Kries und von A. König hervor. In der letzten Vorlesung zeigte der Vortragende die Zersetzung einer Sehpurpurlösung durch das Licht, indem er ein kleines mit einer solchen Lösung gefülltes Gefäfs projizierte, wobei das Licht der Lampe selbst bald die Zersetzung bewirkte.

Prof. E. Warburg hielt an Stelle des erkrankten Herrn U. Behn einen Vortrag über tropfbar flüssige Luft, die nach dem Lindeschen Verfahren (d. Zeitschr. *IX*, *243* und *X*, *252*) hergestellt war. Sie wurde in doppelwandigen Glasgefäfsen, wie sie Dewar angegeben, bei denen der Zwischenraum zwischen den Wänden gut evakuiert und das Glas versilbert war, aufbewahrt. Durch eine Reihe von Versuchen wurden die wichtigsten Eigenschaften der flüssigen Luft erläutert. Ihre Farbe ist ein milchiges Himmelblau; die in der Flüssigkeit schwebenden weissen Kohlensäureteilchen liefsen sich durch Filtration entfernen; das Blau rührt von dem Sauerstoff des Gemisches her. — Der Farbe entsprach das Spektrum (Absorptionsspektrum des Sauerstoffs): die stärkste Absorptionsbande lag im Gelb, $\lambda = 0{,}577\ \mu$, eine andere im Rot (0,628) und eine dritte im Blau (0,480); auch eine schwächere im Grün war bei der Projektion deutlich sichtbar. — Die Temperatur der frei kochenden Luft nahm von -189° etwa bis -184° langsam zu. Reiner Stickstoff siedet unter Atmosphärendruck bei -194°, Sauerstoff bei $-182{,}3^{\circ}$. Die der Lindeschen Maschine entnommene Luft ist schon zu reich an Sauerstoff, und dieser Gehalt nimmt infolge des raschen Verdampfens des Stickstoffs stetig zu. Mit einem Eisen-Constantan-Thermoelement und einem Vorlesungs-Manometer wurde die Temperatur der flüssigen Luft mit der der festen Kohlensäure unter Atmosphärendruck ($-79{,}9^{\circ}$) verglichen und bestimmt. Äther und Alkohol von 96% mittels flüssiger Luft im Reagensglas gekühlt, erstarrten schnell. — Etwas flüssige Luft, in einen Kolben von Jenaer Gerätglas gegossen, wurde in einfacher Weise zum Betriebe einer Gebläselampe benutzt. — Die Dichte des unter Atmosphärendruck siedenden Sauerstoffs ist 1,124, die des Stickstoffs unter den gleichen Bedingungen 0,885. Dafs die Dichte der flüssigen Luft etwa die des Wassers bei Zimmertemperatur ist und bei längerem Kochen die letztere merklich übertrifft, zeigte der Vortragende, indem er flüssige Luft auf Wasser gofs. Die Luft geriet in heftiges Sieden, jedoch gefror das darunter befindliche Wasser infolge seiner Beweglichkeit und des Eintritts der Leidenfrostschen Erscheinung nicht. Nach einiger Zeit schnürten sich grofse Tropfen flüssiger Luft ab, die im Wasser versanken, dann aber infolge der erhöhten Dampfbildung wieder in die Höhe gerissen wurden. — Ein von oben der flüssigen Luft auf etwa 1 cm genäherter kräftig erregter Elektromagnet hob sie, da der flüssige Sauerstoff stark paramagnetisch ist, in einem Kegel zu sich herauf. — Auch einige merkwürdige Eigenschaften der Körper bei tiefen Temperaturen wurden durch Versuche gezeigt: Ein in flüssiger Luft gekühlter Schlauch aus Patentgummi wurde so hart und spröde, dafs er unter einem Hammerschlage zersplitterte. Dieses Verhalten erschwert das Abdichten von Ventilen u. s. w. bei tiefen Temperaturen sehr. — Die starke Abnahme des elektrischen Widerstandes der reinen Metalle mit der sinkenden Temperatur wurde an einer Nickelspirale gezeigt. In einem Stromkreise waren der Nickelwiderstand, ein dünner Platindraht und einige Akkumulatoren hintereinander geschaltet. Hatte die Nickelspirale Zimmertemperatur, so wurde der Platindraht nur mäfsig durch den Strom erwärmt, er geriet jedoch ins Glühen, sobald die erstere auf die Temperatur der flüssigen Luft abgekühlt wurde. — Eine mit flüssiger Luft gefüllte Eierschale phosphorescierte blau und eine ebenso gefüllte weifse Wachsschale grün. — Die technischen Anwendungen, die der Lindesche Apparat bis jetzt gefunden, beruhen sämtlich auf der Leichtigkeit, mit der man mit ihm eine sauerstoffreiche Luft herstellen kann. Bemerkenswert ist auch ein von Linde vorgeschlagener Sprengstoff, ein Brei aus Kohlenpulver und flüssiger Luft. Bei Atmosphärendruck verbrennt diese Mischung, wie der Vortragende zeigte, mit weifser Farbe.

Dr. W. Kaufmann hielt einen Vortrag über die Emissionstheorie der Kathodenstrahlen, der in dieser Zeitschrift *XI*, *201*, ausführlich veröffentlicht worden ist.

Dr. P. Spies machte einige Demonstrationen über Wechselstrom und Drehstrom, die er in dieser Zeitschrift *XI 273* eingehender beschrieben hat.

Dir. B. Schwalbe hielt einen Vortrag über die Berücksichtigung der Technik beim Unterricht und in den Ferienkursen. Die Fortschritte und Errungenschaften der Technik müssten auch im Anfangsunterricht berücksichtigt werden. Freilich sei die Gefahr, dafs sie zu viel Zeit und Inhalt beanspruche und dadurch die Erzielung einer gleichmäfsigen wissenschaftlichen Grundlage in der Physik und Chemie erschweren könnte, nicht zu verkennen, zumal da die unmittelbaren Erfolge der Technik die Teilnahme der Schüler in hohem Grade erwecke. Er entwickelt dann, wieweit technische Prozesse zu berücksichtigen und wie sie methodisch zu behandeln sind, indem er namentlich auch die Stellung der Exkursionen als Abschlufs der technischen Einzelbesprechung erörterte. Auch die Bewegung, die dahin geht, beim Unterricht von vornherein die Technik und die Verwertung der Wissenschaft zum Ausgangspunkt zu nehmen, ein Bestreben, das eine Auflösung der allgemeinen höheren Bildung in eine frühzeitige Fachbildung zur Folge haben mufs, besprach er unter Hinweisung auf Riedlers Schriften und die Bestrebungen der technischen Hochschulen.

Dir. B. Schwalbe führte eine Reihe von Schulexperimenten vor. Er sprach über den elektrischen Anschlufs und seine Verwertung; er zeigte Versuche mit monochromatischem Licht, Versuche aus der Molekularphysik und der Geologie, die zum Teil bereits in dieser Zeitschrift veröffentlicht sind.

Prof. Looser führte eine Reihe thermoskopischer Versuche vor. Vgl. diese Zeitschr. *VIII, 291; IX, 265 u. XI, 105 u. 165.*

Prof. Dr. W. Foerster hielt Vorträge über Zeitbestimmungen mit nachheriger Vorführung der Einrichtungen der Berliner Kgl. Sternwarte für Zeitmessung und für den öffentlichen Zeitdienst, über Ortsbestimmungen und über den Stand einiger der wichtigsten astronomischen Forschungsergebnisse. *H. H.-M.*

Prof. O. Puhfahl besprach das Eisen und seine Gewinnung mit besonderer Berücksichtigung der neueren Fortschritte und Methoden. Nach einleitenden Bemerkungen nationalökonomischen und historischen Charakters gab der Vortragende eine Übersicht über das Vorkommen des Eisens in der Natur, die verschiedenen Eisenerze nebst den mit ihnen zusammen verwendeten eisenreichen Zuschlägen, sowie über die Arten der Brennstoffe. Dann behandelte er unter „Chemie des Eisens“ sowohl den Einfluss von *C, Si, P, S, Mn, Cu* und *Ni* auf die Eigenschaften des Eisens, wie auch die chemischen und physikalischen Prüfungsmethoden, beispielsweise die Untersuchung des Kleingefüges, die Bestimmung der Festigkeit, das Schweifsen, Härten und Anlassen. Hierauf wurde 1. das Roheisen und seine Darstellung im Eisenhochofen in allen Einzelheiten behandelt und 2. die Herstellung der verschiedenen Sorten des schmiedbaren Eisens — Schweifseisen, Flufseisen, schmiedbarer Gufs nebst Temper-Eisen, Cementstahl — besprochen.

Dr. E. Täuber sprach über Teerfarbstoffe. Nach einer Einleitung, in der die Gewinnung von Teer als dem Ausgangspunkt der genannten Farbstoffe auch dann noch als sichergestellt bezeichnet wurde, falls einmal das elektrische Licht und Acetylen die Hauptbeleuchtungsmittel bilden würden, wurde die chemische Zusammensetzung des Teers und die daraus zu gewinnenden meist farblosen Verbindungen mit ihren weiteren farbenprächtigen Endprodukten behandelt. Dann wurde die Entwicklung der Teerfarbenindustrie historisch verfolgt und die Chemie und Verwendung der wichtigsten Farbstoffklassen durch Versuche erläutert.

Prof. Saare sprach über chemische Technologie der Gährungsgewerbe und Stärkefabrikation. Die genannten landwirtschaftlichen Gewerbe wurden — nach der Einteilung 1. Stärke unverändert abscheidende: Stärkefabrikation, 2. Stärke umwandelnde: Spiritusbrennerei, Prefshefefabrikation und Brauerei, 3. Produkte jener verarbeitende: Stärke-Syrup- und -Zuckerfabrikation, Dextrinfabrikation und Essigfabrikation — ihrem wissenschaftlichen Wesen nach in mehreren Vorträgen beschrieben, an die sich Besichtigungen der Versuchs-Stärkefabrik und -Brennerei, sowie der Versuchs- und Lehrbrauerei anschlossen.

Prof. Lindner behandelte die Bakteriologie der Gährungsgewerbe.

Prof. Böttger sprach über die Verarbeitung der Stafsfurter Kalisalze. Nach historischen Notizen über die Salzgewinnung in Stafsfurt und die allmähliche Erschliefsung des Steinsalzlagers, sowie der bedeckenden Abraumsalze machte der Vortragende allgemeinere Angaben über die geologische Entstehung des Salzlagers und speciellere über die chemische Zusammensetzung der wichtigsten, vermutlich primären Abraumsalze Polyhalit, Kieserit, Carnallit, denen noch Boracit und mit Reserve Douglasit zugerechnet werden. Als sekundär entstandene, meist nur lokal auftretende Abraumsalze wurden Kainit, Sylvin, Tachhydrit, Schönit, Reichhardtit und Bischofit angereiht. Hierauf

wurde besonders die Verarbeitung des zumeist abgebauten Carnallits auf Chlorkalium hin eingehend bis zu den in den Handel gelangenden Endprodukten erörtert.

Prof. Wahnschaffe hielt zur Vorbereitung auf die am 23. April unter seiner Leitung unternommene Besichtigung des herzoglich-anhaltischen Salzbergwerks Leopoldshall einen geologischen Vortrag über das Staſsfurter Salzlager.

Von weiteren Vorträgen aus den biologischen Gebieten und aus der Geographie sind noch zu nennen: Prof. K. Müllenhoff: Die neueren Untersuchungen über den Vogelflug; Prof. Freiherr v. Richthofen: Geographischer Überblick von Ostasien; Prof. O. Jaekel: Über den gegenwärtigen Stand der Descendenzlehre; Prof. Plate: Über Befruchtung, Vererbung und Entwicklungsmechanik.

O.

Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin.

Sitzung am 14. Februar 1898. Herr H. Hahn legte vor: ein Lineal und einen Winkelmesser mit weithin sichtbarer Teilung zum Gebrauch an der Wandtafel, mehrere Kreisscheiben, deren Durchmesser und Umfänge metrisch geteilt waren, mehrere Kubikmillimeter, ein Prisma, dessen Oberfläche in Quadratcentimeter geteilt war, und einen Satz von 64 Würfeln, deren Kanten 3 cm lang waren. Die Lehrmittel waren von Herrn Mechaniker Lizmann, Berlin, Kommandantenstr. 36, auf das sorgfältigste hergestellt worden. — Herr P. Spies sprach über die Construktion eines Vertikalgalvanometers für absolute Messungen, Herr A. Fordemann über die Reduktion des Planetensystems auf den Klassenraum und Herr H. Hahn über die neuen Wellenmaschinen von Silvanus P. Thompson (*Light visible and invisible 8 u. 237*).

Sitzung am 7. März 1898. Herr H. Hahn beschrieb eine Reihe von Versuchen, um die Abhängigkeit der Verdunstung von der Flüssigkeitsoberfläche, dem Wärmezustande, der Bewegung und dem Drucke der Luft nachzuweisen. — Herr P. Heitchen sprach über die Einführung in das Interpolationsverfahren und dessen Anwendung auf Wägungen durch Schwingungsbeobachtungen. — Herr F. Körber zeigte die Bestimmung der Schallgeschwindigkeiten in Luft, Leuchtgas und Kohlensäure mittels Orgelpfeifen.

Sitzung am 7. Mai 1898. Herr P. Szymański führte eine Reihe Versuche über Farbenmischung vor. Er entwarf das Spektrum einer Bogenlampe mittels eines Prismas und vereinigte dann die Farben mittels einer Linse zu Weifs. Durch Abblenden eines Teils der Strahlen erzeugte er die Mischfarbe des Restspektrums. Mittels zweier in den Strahlengang eingeschalteter Prismen brachte er Teile des Spektrums zur Deckung und wies so die verschiedenen Paare der complementären Farben nach. Bei den weiteren Versuchen stellte er mittels einer Blende mit zwei Öffnungen zwei Lichtbündel her, die er prismatisch zerlegte und dann mit einem um ein lotrechtes Charnier drehbaren Winkelspiegel zur Deckung brachte. In den Gang der Lichtbündel stellte er als Absorptionsflüssigkeiten Kupfer-Ammoniumsulfat und chromsaures Kalium; die blauen und gelben Bilder ergaben bei der Deckung Weifs. Wurden die beiden Absorptionsflüssigkeiten hinter einander in den Gang eines Lichtbündels gestellt, so erhielt man ein grünes Bild. Eine ähnliche Versuchsreihe führte er mit Nickelsulfat und Anilinrot aus. Er gab dann eine Erklärung dieser Erscheinungen, indem er die Absorptionsfarben spektral zerlegte. Herr Szymański sprach dann über den Nachweis der Phasenverschiebung bei Wechselströmen. Er schaltete eine Glühlampe parallel zu einem Elektromagneten und zeigte, dafs beim Öffnen des Stromes die Lampe stärker glüht. Die entgegengesetzte Wirkung trat ein, sobald er dem Elektromagneten einen Anker näherte; entfernte er den Anker, so glühte die Lampe stärker. Schaltete er den Elektromagneten und die Lampe hintereinander, so brannte sie heller, wenn er den Anker näherte, und dunkler, wenn er ihn entfernte. Er wies dann durch Rechnungen und Zeichnungen nach, dafs die Selbstinduktion auf den Wechselstrom schwächend einwirkt und eine Phasenverschiebung hervorruft. Er zeigte die Untersuchung der Wechselströme nach den Verfahren von Puluj und Braun-Czermak. Er erzeugte mittels einer in einen Wechselstromkreis eingeschalteten Selbstinduktion ein Drehfeld, dabei machte er darauf aufmerksam, dafs eine Kapazität wie eine Selbstinduktion aber im entgegengesetzten Sinne wirke. Er nahm eine Wechselstromkurve nach dem Vorgange von Joubert durch Contaktmachen, d. h. mittels eines rotierenden Stromschlüssels, auf.

Sitzung am 23. Mai 1898. Herr R. Heyne teilte mit, dafs Herr E. Fürstenau beobachtet habe, dafs der Ton einer Stimmgabel, die auf einem Resonanzkasten sitzt, sich um ein kleines Komma erhöht, wenn man die Schwingungen durch Berühren der Gabel mit dem Finger dämpft. Herr Heyne vermutete, dafs hierbei eine Verschiebung der Knotenpunkte einträte. — Herr P. Heitchen beschrieb eine Vorrichtung, die gestattet, das Ergebnis einer Wägung sofort abzulesen. Derselbe sprach über die Herstellung von Inschriften auf Glas.

Am 9. Juni 1898. Besichtigung des Elektrizitätswerks Tempelhof.

Sitzung am 23. Juni 1898. Herr P. Spies führte ein absolutes Magnetometer und Galvanometer vor, bei dem ein magnetischer Wagebalken durch einen Magneten oder einen elektrischen Strom beeinflufst wird. Er entwickelte eingehend die Theorie des Instrumentes und die Formeln für die absoluten Messungen.

Sitzung am 29. August 1898. Herr P. Heitchen leitet eine Formel ab, die das Linsenproblem für centrale Strahlen im wesentlichen erledigt. Er entwickelte dann eine Recursionsformel für die Äquivalentbrennweite. Er gab ein neues Verfahren zur Messung der Brennweiten an und wandte es unter Benutzung der Kamera auf photographische Objektive an, zugleich zeigte er, wie man die Methode der kleinsten Quadrate hierbei verwerten kann. Er teilte eine Form der Linsenformel mit, die vor der üblichen in gewissen Fällen viele Vorzüge hat.

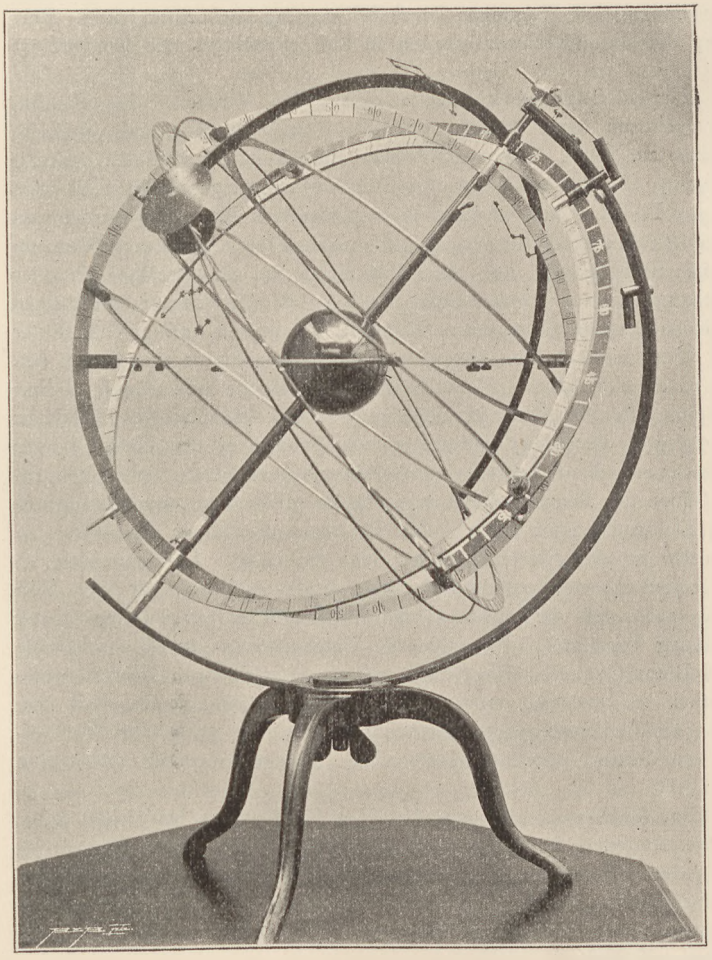
Am 3. September 1898. Besuch der Uhren-Ausstellung in der Urania.

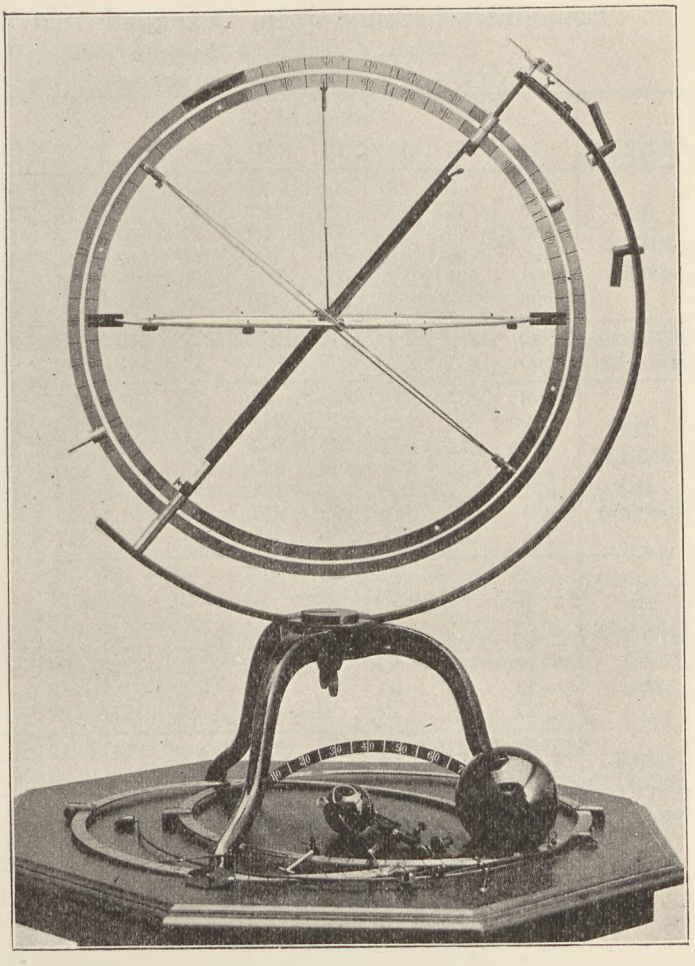
Mitteilungen aus Werkstätten.

Caelo-Tellurium (zusammenlegbare Sphäre) nach Prof. A. Michalitschke.

Von W. Grund in Prag II., Myslikgasse 8.

Es dient zur Darstellung der täglichen und jährlichen vom anthropocentrischen, vom geocentrischen und vom heliocentrischen Standpunkte aus betrachteten Himmelserscheinungen. Es können damit veranschaulicht werden: die scheinbaren Sonnenbahnen im Verlaufe des Jahres für Horizonte jeder geographischen Breite, die tägliche Ost-West-Bewegung der Sonne und die West-Ost-Drehung der Erde. Die Dauer des längsten und des kürzesten Tages in jeder Breite, Morgen- und Abendweite sind deutlich ablesbar. Der Höhenkreis und Dämmerungskreis zeigen die Verhältnisse für jeden Horizont. Die Sternbilder, die den Sternenhimmel in den verschiedenen Jahreszeiten kennzeichnen, die Jahresbewegung der Sonne und der Erde in der Ekliptik, die Horizont-, Äquator- und Ekliptik-Coordinaten der Himmelskörper, der Unterschied zwischen Sonnen- und Sterntag, tropischem und siderischem Jahr, die Präcession der Tag- und Nachtgleichen und die Bewegung des Äquator-Pols um den Pol der Ekliptik sind mit dem Apparate leicht darstellbar. Die Mondbahn, deren Knoten in der Ekliptik verschiebbar sind, gestattet die Darstellung der Mondphasen bei verschiedener Lage der Knoten, der Sonnen- und Mondesfinsternisse.





Der Durchmesser der äufsersten Himmelskreise ist 50 cm. Die Achsenlagerung und die Kreisteilung sind genau gearbeitet; Polhöhe, Äquatorhöhe, Zenith-Distanz, Deklination u. s. w., Taglängen für jeden Horizont und jede gegebene Deklination der Sonne, Morgenweiten u. s. w. sind deutlich und genau ablesbar. Die Handhabung des Apparates ist sehr einfach und die Darstellung äufserst sinnfällig und klar. Die Teile sind einzeln verwendbar und werden im Verlaufe des Unterrichts dem Fortschreiten von Stufe zu Stufe und dem jeweiligen Zwecke entsprechend zugefügt. Der Apparat ist leicht zu befördern, da die Himmelskreise sich mit dem Horizont, obwohl sie mit ihm fest verbunden sind, in eine Ebene legen lassen. Er ist aus Messing hergestellt und die Ausführung nach jeder Richtung hin die denkbar sorgfältigste und festeste. Jedem Apparate wird eine ausführliche Beschreibung und Gebrauchsanleitung beigegeben. Der Apparat dient dem Unterrichte von den ersten Anfängen an durch alle Stufen hindurch. Preis des completen Apparates mit Beschreibung: 80 fl. ö. W., Verpackung 2 fl. ö. W.

Correspondenz.

Die Lehrmittelsammelstelle Petersdorf b. Trautenau in Böhmen teilt uns mit:

Damit die gemeinnützigen Bestrebungen der Lehrmittelsammelstelle weiteren Interessentenkreisen bekannt werden, und das Lehrmittel-Sammelwesen nach den Grundsätzen derselben gefördert werde, soll vom 1. Januar 1899 an die Zeitschrift „der Lehrmittel-Sammler“ herausgegeben werden. Die Zeitschrift würde jeden Monat in der Stärke eines Druckbogens erscheinen und ganzjährig 60 Kreuzer = 1 Mark kosten. Um zu ersehen, ob das beabsichtigte Unternehmen durchführbar sein wird, bittet man die Bestellungen auf diese Zeitschrift noch vor dem 1. Januar 1899 an die Leitung der Lehrmittelsammelstelle Petersdorf b. Trautenau zu richten.

Zu dem Aufsatz des Herrn Kuhfahl (d. Ztschr. *XI 163*) schreibt uns Herr Ferdinand Ernecke:

Aus didaktischen Gründen haben der Construkteur Professor Weiler und die ausführende Firma die sprungweise Änderung des Magnetfeldes nicht abgeändert. Es sollte der den Lehrenden schon bekannte Stromwechsler erhalten bleiben. Eine Abänderung hat uns beiden sogar im Sinne gelegen, wir hätten nur die stromwechselnden Lappen nach beiden Seiten hin zuspitzen dürfen und wir hätten damit nicht nur eine sprungweise Änderung des Magnetfeldes von 30° zu 30° erreichen können, sondern sogar eine reine Sinuskurve. Der Weiler-Erneckesche Apparat dürfte also in seiner Einfachheit immer noch nicht überholt sein; ich bin aber auf besonderen Wunsch gern bereit, auch die angedeutete Abänderung auszuführen.

Himmelserscheinungen im Dezember 1898 und im Januar 1899.

☾ Mond, ☿ Merkur, ♀ Venus, ♁ Erde, ☉ Sonne, ♂ Mars,
♃ Jupiter, ♄ Saturn. — ☌ Conjunktion, □ Quadratur, ☍ Opposition.

Monatstag	Dezember 1	6	11	16	21	26	31	Januar 5	10	15	20	25	30	
Helio-centrische Längen.	338°	0	26	56	87	118	145	168	188	206	221	236	250	☿
	69	77	85	93	101	110	118	126	134	142	150	158	166	♀
	69	74	79	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	♁
	96	99	101	103	106	108	110	113	115	117	119	122	124	♂
	204	205	205	205	206	206	207	207	207	208	208	208	209	♃
	255	255	255	255	255	255	255	256	256	256	256	256	256	♄
Aufst. Knoten.	280	280	280	279	279	279	279	278	278	278	277	277	277	☾
Mittl. Länge.	105	171	237	303	9	75	141	206	272	338	44	110	176	☾
Geo-centrische Rekt-ascensionen.	106	164	228	308	13	77	139	195	269	344	47	112	169	☾
	270	276	279	277	271	264	261	262	266	272	279	286	294	☿
	248	245	243	241	241	241	242	245	247	251	255	259	264	♀
	248	253	259	264	270	275	281	286	292	297	302	308	313	☉
	131	132	132	132	131	130	129	127	125	123	121	119	117	♂
	209	210	211	212	212	213	214	215	215	216	216	217	217	♃
	253	254	254	255	255	256	257	257	258	258	259	259	260	♄
Geo-centrische Dekli-nationen.	+ 22	+ 2	— 22	— 16	+ 11	+ 25	+ 12	— 12	— 24	— 2	+ 22	+ 21	— 1	☾
	— 26	—25	— 24	— 23	— 21	— 20	— 20	— 21	— 22	— 22	— 23	— 23	— 23	☿
	— 23	—21	— 20	— 18	— 17	— 17	— 17	— 17	— 17	— 18	— 18	— 19	— 19	♀
	— 22	—23	— 23	— 23	— 23	— 23	— 23	— 23	— 22	— 21	— 20	— 19	— 18	☉
	+ 21	+21	+ 21	+ 21	+ 22	+ 22	+ 23	+ 23	+ 24	+ 24	+ 25	+ 25	+ 26	♂
	— 11	—11	— 11	— 12	— 12	— 12	— 12	— 13	— 13	— 13	— 13	— 13	— 13	♃
	— 21	—21	— 21	— 21	— 21	— 21	— 21	— 22	— 22	— 22	— 22	— 22	— 22	♄
Aufgang.	19h 52m	19.59	20.4	20.9	20.12	20.13	20.14	20.12	20.9	20.5	20.0	19.53	19.46	☉
	6h 37m	12.25	19.1	22.45	*23.53	2.27	7.52	13.52	19.42	21.42	23.41	3.23	9.11	☾
Untergang.	3h 48m	3.45	3.44	3.44	3.46	3.49	3.53	3.59	4.6	4.13	4.22	4.31	4.40	☉
	22h 54m	0.2	1.45	7.46	14.32	19.51	21.54	23.13	2.16	9.37	15.57	19.26	20.46	☾
Zeitglchg.	— 10m 45s	— 8.44	— 6.30	— 4.6	— 1.37	+ 0.52	+ 3.18	+ 5.37	+ 7.45	+ 9.39	+ 11.16	+ 12.33	+ 13.31	☉

* Bezieht sich auf den vorhergehenden Tag.

Daten für die Mondbewegung (in mitteleuropäischer Zeit):

Dezember	1	21h		Mond in Erdferne	Januar	4	16h 22m	Letztes Viertel
	5	23	6m	Letztes Viertel		11	11 50	Neumond
	13	0	43	Neumond		11	15	Mond in Erdnähe
	14	2		Mond in Erdnähe		18	5 36	Erstes Viertel
	19	16	22	Erstes Viertel		25	7	Mond in Erdferne
	27	12	39	Vollmond		26	8 34	Vollmond
	29	8		Mond in Erdferne				

Aufgang der Planeten.	Dez. 16	☿ 20h 55m	♀ 18.1	♂ 6.59	♃ 15.24 ♄ 19.17
	Jan. 16	18. 36	16.38	3.59	13.48 17.31
Untergang der Planeten.	Dez. 16	4. 39	2.47	23.13	1.28 3.21
	Jan. 16	2. 24	1.30	20.59	23.36 1.31

Constellationen. Dez. 1 6h ♀ untere ☌ ☉, wird Morgenstern; 3 2h ♂ ☌ ☾; 3 14h ☿ in gröfster östl. Elongation von 21°; 6 8h ♄ ☌ ☉; 9 19h ♃ ☌ ☾; 11 22h ♀ ☌ ☾; 12 16h ♄ ☌ ☾; 12 Sonnenfinsternifs, nur in den südlichen Polargegenden sichtbar; 14 2h ☿ ☌ ☾; 21 8h ☉ im Steinbockszeichen, Winter-Sonnenwende; 21 11h ☿ untere ☌ ☉; 27 Mondfinsternifs, siehe unten; 30 4h ♂ ☌ ☾; 31 11h ♁ im Perihel. — Jan. 5 20h ♀ im gröfsten Glanze; 6 12h ♃ ☌ ☾; 7 13h ♁ im Perihel; 8 15h ♀ ☌ ☾; 9 8h ♄ ☌ ☾; 9 20h ☿ ☌ ☾; 11 Sonnenfinsternifs, in Europa unsichtbar; 11 15h ☿ in gröfster westl. Elongation von 24°; 18 13h ♂ ☍ ☉; 25 13h ♂ ☌ ☾; 28 20h ♃ □ ☉.

Totale Mondfinsternifs 1898 Dez. 27.

Erste Berührung mit dem Halbschatten	9h 26m,5	Ende der Totalität	13h 18m,4
- - - - Kernschatten	10 39, 4	Letzte Berührung mit dem Kernschatten	14 28, 0
Beginn der Totalität	11 49, 0	- - - - Halbschatten	15 40, 9
Mitte - -	12 33, 7		

Veränderliche Sterne. Algols-Minima treten ein Dez. 1 19h, 4 16h 7 13h, 10 10h, 13 7h, 24 18h, 27 15h, 30 11h; Jan. 2 8h, 5 5h, 13 19h, 16 16h, 19 13h, 22 10h, 25 6h. — β und *R Lyrae* lassen sich zu Anfang Januar abends und morgens beobachten; ähnlich δ, μ *Cephei*, α *Cassiopeiae*; von η *Aquilae* sind bis in die ersten Januar-Tage noch abendliche Beobachtungen möglich, dann nach zehnwöchiger Unterbrechung Morgenbeobachtungen; η und ζ *Geminorum*, ε *Aurigae*, α und δ *Orionis* beobachte man abends, ebenso *Mira*.

Das schwache Januar-Maximum der **Sternschnuppen** ist vor Aufgang des Mondes zu beobachten; das **Zodiakallicht** im Westen an allen mondfreien Abenden. *J. Plafsmann, Münster.*

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

[878]

Bücher u. Zeitschriften, gut erh. u. vollst., kauf. u. lief. zu bill. ant. Preisen **Dierig & Siemens,** Buchhandl. u. Ant., **Berlin C. 22, Gr. Präsidentenstr. 3.**

In neunter Auflage soeben

= vollständig erschienen: =

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie.

Neunte umgearbeitete und vermehrte Auflage von Prof. Dr. **Leopold Pfaundler.** In drei Bänden. Mit 2981 Abbild. und 13 Tafeln, zum Theil in Farbendruck. gr. 8.

I. Band: **Mechanik, Akustik.** Geh. 12 M.; geb. 14 M.

II. Band: Unter Mitwirkung des Prof. Dr. **Otto Lummer.**

I. Abtheilung: **Optik.** Geh. 18 M.; geb. 20 M.

II. Abtheilung: **Wärme.** Geh. 10 M.; geb. 12 M.

III. Band: **Elektrische Erscheinungen.** Geh. 14,40 M.; geb. 16,40 M.

Das in der neuen Auflage soeben zum Abschluss gekommene berühmte Buch, welchem anerkanntermassen keine andere Nation ein gleichartiges Werk zur Seite zu stellen vermag, sei hiermit von Neuem der allgemeinen Beachtung angelegentlichst empfohlen.

Braunschweig. [868]

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn.

G. Lorenz, Chemnitz ✱

fertigt hauptsächlich für höhere Lehranstalten alle Apparate nach **Weinhold's** Demonstrationen, **Kolbe's** Elektricitätslehre, **Rebenstorff's** Thermofarbanstriche und Apparate, Schulapparate nach **Hertz, Tesla** und **Marconi** und neuere Apparate nach Lehrbüchern.

[865] = *Preisliste kostenfrei.* =

Verlag von **Quandt & Händel** in Leipzig.

Soeben erschien: [879]

Physikalische Demonstrationen.

Von **Adolf F. Weinhold.**

3. verbesserte u. vermehrte Auflage. (In 3 Lieferungen.)

Zweite Lieferung. — Preis 8 M.

Zu kaufen gesucht:

Jahrgang VIII u. IX dieser Zeitschrift (1894/95 u. 1896). Angebote erb. a. d. Exp. ds. Zeitschrift.

Induktorium

40 cm Funkenlänge,

von Kohl, mit Motor-Unterbrecher, tadellos erhalten, wie neu, für **M. 600,—** unter Garantie zu verkaufen. Neupreis M. 985,—. [864]

W. H. Berner, Ingenieur, Elberfeld.

Verlag der **Hahn'schen Buchhandlung** in **Hannover** und **Leipzig.**

Bei Einführung neuer Lehrbücher

seien der Beachtung der Herren Fachlehrer empfohlen:

Chemie.

Dannemann, Dr. F., **Leitfaden für den Unterricht im chemischen Laboratorium.** 8. broch. 1 M., geb. m. Papier durchschossen 1 M. 40 Pf. — Inhalt: Übungen. Qualitative Analyse. Darstellung anorganischer Präparate. Massanalyse; organische Verbindungen. Tafeln zum Bestimmen der Mineralien. Einrichtung des Laboratoriums. Tabellen.

Fischer, Dr. Ferd. und **Krause, Dr. H.,** **Leitfaden der Chemie und Mineralogie. 3. vermehrte und verbesserte Aufl.** Mit 224 Abbildungen. gr. 8. 3 M.

Fischer, Dr. Ferd., **Stöchiometrie.** Mit 150 Aufgaben, Angabe der Resultate und Andeutungen zur Auflösung. Für Studierende, Pharmaceuten und Realschüler. gr. 8. 75 Pf.

Hosäus, Dr. A., **Grundriss der Chemie.** Nach methodischen Grundsätzen unter Berücksichtigung gewerblicher und landwirtschaftlicher Verhältnisse. Mit zahlreichen Repetitions-Aufgaben. **4. Aufl.** bearbeitet von Prof. Dr. H. Böttger.

I. Teil: Anorganische Chemie, mit 70 Holzschnitten, geb. 2 M. 80 Pf.

II. Teil: Organische Chemie, mit 10 Holzschnitten, geb. 90 Pf. [869]

Naturgeschichte.

Leunis, J., **Schul-Naturgeschichte.** Eine analytische Darstellung der drei Naturreiche zum Selbstbestimmen der Naturkörper. Für höhere Lehranstalten und zum Selbstunterrichte bearbeitet. 3 Teile. gr. 8. geh.

Erster Teil: Zoologie. **11. verbess. Aufl.** Durchaus neu umgearb. v. Dr. Hub. Ludwig. Mit 680 Holzschn. 4 M.

Zweiter Teil: Botanik. **11. umgearb. Aufl.,** bearb. v. Prof. Dr. Frank. Mit 675 Holzschn. u. 1 Farbentafel. 4 M.

Dritter Teil: Oryktognosie und Geognosie. **6. stark verm. Aufl.,** bearb. v. Prof. Dr. Senft. M. 559 Holzschn. 4 M.

Leunis, J., **Analytischer Leitfaden** für den ersten wissenschaftlichen Unterricht in der Naturgeschichte. 3 Hefte. gr. 8. geh.

Erstes Heft: Zoologie. Neu bearb. v. Prof. Dr. Hubert Ludwig. **10. verbess. Aufl.** Mit 322 Holzschn. 1 M. 80 Pf.

Zweites Heft: Botanik. **11. verbess. Aufl.** Neu bearb. v. Prof. Dr. Frank. M. 421 Holzschn. u. 1 Farbent. 1 M. 80 Pf.

Drittes Heft: Oryktognosie u. Geognosie. **6. verm. Aufl.,** neu bearb. v. Prof. Dr. Senft. M. 219 Holzschn. 1 M. 80 Pf.

Wer Apparate für den physikalischen und chemischen Unterricht sowie Einrichtungen für chemische Laboratorien an mittleren Lehranstalten liefert,

beliebe Kataloge etc. einzusenden an

L. Fischer, Buchhandlung

[863] **Lodz, Russland.**

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Physikalische Aufgaben

für die

oberen Klassen höherer Lehranstalten

und für den Selbstunterricht.

Von

Dr. W. Müller-Erzbach,

Professor am Gymnasium zu Bremen.

Zweite vielfach umgeänderte und vermehrte Auflage.

Preis M. 2,40.

Inhalt:

Erster Teil: Aufgaben.

I. Maasssystem und einfache Bewegung.
II. Zusammengesetzte Bewegung, Parallelogramm der Kräfte.
III. Gleichförmig veränderte Bewegung, Fall und Wurf.
IV. Reibung.
V. Einfache Maschinen.
VI. Schwerpunkt.
VII. Festigkeit und Elasticität.
VIII. Standfestigkeit.
IX. Schwungkraft und Anziehungskraft.
X. Trägheitsmoment.
XI. Pendel.
XII. Stoss.
XIII. Mechanische Arbeit und lebendige Kraft.
XIV. Mechanik flüssiger Körper.
XV. Mechanik der luftförmigen Körper.
XVI. Mathematische Geographie.
XVII. Akustik.
XVIII. Optik.
XIX. Wärmelehre.
XX. Magnetismus und Elektricität.

Zweiter Teil: Auflösungen, Tabellen.

Die vorliegende, völlig umgearbeitete Auflage der Müller-Erzbachschen Aufgabensammlung ist durchgehends ergänzt und für die Schule sowohl als für den Selbstunterricht so vervollständigt worden, dass sie nunmehr als ein in allen Abschnitten ausreichendes Hilfsbuch für die gründliche Einführung in die Physik angesehen und allen Lehrern und Lernenden zur Benutzung beim Unterricht wie beim Studium angelegentlichst empfohlen werden kann.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Keiser & Schmidt, Berlin N., Johannisstr. 20.

Funkeninductoren mit Vorrichtung zur Auswechslung der Unterbrecher.

D. R. G. M.

Rotirende Quecksilberunterbrecher. Tauchbatterien.

Physikalische Messinstrumente und Apparate.

Apparate für Tesla-, Marconi-, Hertz'sche Versuche.

Preisverzeichnisse kostenfrei. [806]